40

FIZIKA I KEMIJA

ZA

VIŠE PUČKE ŠKOLE I SLIČNE ZAVODE

U TRI KONCENTRIČNA KRUGA.

SASTAVIO

IVAN BRIXY,

PROFESOR I GLAVNI UČITELJ KRALJ. MUŠKE UČITELJSKE ŠKOLE U ZAGREBU.

I. STUPANJ.

SA 132 SLIKE. — CIJENA 1 K 20 FIL.



TISAK I NAKLADA KNJIŽARE LAV. HARTMANA (ST. KUGLI), ZAGREB, ILICA.

I. DIO.

FIZIKA.

I. O tjelesima u opće.

1. Tijelo, prostornost, tvar (materija).

Stol, čavao, čaša i druge stvari, koje svojim osjetilima zamjećujemo, imaju dužinu, širinu i visinu, i zapremaju neki određeni dio prostora.

Svaka tvar, koja zaprema ograničen prostor, zove se tijelo.

Svojstvo, da svako tijelo zaprema neki određeni dio prostora, zove se prostornost.

Stol je od drveta, čavao od željeza, čaša od stakla itd.

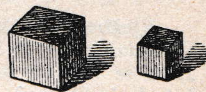
Građa, od koje je tijelo, zove se tvar ili materija; n. pr. gvožđe, drvo, staklo, kosti itd.

Drvo (stablo) imade drugi oblik, nego li daske, koje su od njega ispiljene; tučeni kamen opet drugi, nego li tesanac; kap vode drugi, a kocka opet drugi itd.

Oblik tijela je raznolik prema tomu, kako je tijelo ograničeno. On može biti prirodan ili umjetan.

Olovka, knjiga, peć, orman itd. ne zapremaju jednaki prostor.

Tjelesa imaju različnu veličinu; različne su veličine n. pr. kocke na sl. 1.



Sl. 1.

Veličina prostora, što ga neko tijelo zaprema, zove se obujam ili volumen.

Vježbe: 1. Imenuj stvari, koje zapremaju veliki, a koje mali prostor! 2. Kaži stvari, koje su od iste, a koje su od različne tvari! 3. Imenuj stvari, koje su od iste tvari, ali nejednakoga oblika! 4. Nabroj stvari, koje imaju prirodni oblik, a koje umjetni! 5. Koja tjelesa imaju isti obujam, ali su od različne tvari? 6. Imenuj tijelo, koje je uglasto, oblo, okruglo! 7. Može li se po zadanoj duljini, širini i visini poznati oblik tijela? 8. Čim se mjeri volumen tijela?

Pazi: $1 dm^3 = 1 l$.

2. Stanja tijela (skupnost, agregacija.)

Kada hoćemo željezo, drvo, vosak ili vodu razdrobiti ili im čestice rastaviti, opazit ćemo, da se drobljenju ili rastavljanju nešto opire; ima dakle nešto, što njihove komadiće ili čestice drži skupa.

Kod željeza, drva, voska i kod mnogih drugih tjelesa drže se te čestice jedna druge tako čvrsto, da treba neka sila, da ih rastavimo ili da njihov oblik promijenimo. S toga rečena tjelesa imaju svoj stalni oblik.

Tjelesa, kojih se čestice međusobno čvrsto drže i koja imaju svoj stalni oblik, zovu se čvrsta (kruta) tjelesa ili krutine.

Čestice vode, mlijeka, ulja itd. slabo se drže jedna druge i lako se pomiču. Nagnemo li posudu s vodom do ruba posude, onda će se otkidati male čestice vode u kapljicama, kapat će; u velikoj pak množini ne mogu imati svoj stalni oblik, već primaju oblik posude, u kojoj su. —

Tjelesa, kojima se čestice lako pomiču i koja u maloj množini tvore kapljice, a u velikoj množini nemaju stalna oblika, zovu se kapljevita tjelesa ili kapljevine (tekućine).

Uroni staklenu cijevčicu jednim krajem u vodu, a na drugi kraj duši u nju, pa ćeš vidjeti, da se u vodi dižu mjehuri t. j. dijelovi uzduha izlaze iz vode i zapremaju neki dio prostora. I uzduh je dakle tijelo. Njegove se čestice dadu vrlo lako pomicati, ali ne tvore kapljicâ, niti se ne drže jedna druge, dapače se jedna od druge odalečuje (odbijaju se), da što veći prostor zauzmu, pa s toga i tlače na strane i na dno posude, u kojoj su. (Rastegljiva sila, ekspanzija.)

Tjelesa, kojima su čestice vrlo pomične i jedna se od druge odalečuje (odbija), a ne tvore kapljica, niti imaju stalni oblik, zovu se uzdušna tjelesa ili uzdušnine.

Uzdušnine se mogu spremiti samo u posude, koje su sa svih strana dobro (neprodušno) zatvorene. Zašto? (Rastegljiva sila, ekspanzija.)

Toplinom se dade vosak, kositer, olovo itd. pretvoriti u tekućine (tale se), a voda i žesta u uzdušnine (hlapove, pare). Studen pretvora vodu u krutinu (led), a uzdušnine (hlapove, pare) u tekućine (kiša, rosa).

Vježbe: 1. U kojem obliku dolazi sve voda u prirodi? 2. Kada se pretvora led u vodu? 3. Može li i željezo biti kapljevito? (Posuđe od ljevanoga željeza). 4. Zašto se vinovica (žesta) sprema u neprodušne posude? 5. Zašto se orose prozori, kada je hladno?

Prema tomu kako se čestice kojega tijela međusobno drže ili međusobno odbijaju, razlikuju se tri vrste suvislosti tjelesnih čestica ili tri vrste skupnosti (agregatna stanja, agregacije).

3. Spojnost (kohezija).

Kredu ćeš lakše razdrobiti, nego li opeku (ciglu); opeku opet lakše nego li šljunak.

Vidjeli smo već prije, da se čestice čvrstih tjelesa opiru rastavljanju ili trganju. Opažamo dakle neku suvislost među česticama.

Kod drobljenja krede je taj otpor (odnosno suvislost) manji, nego li kod opeke, a kod opeke opet manji, nego kod šljunka. Ova je dakle suvislost kod različitih tjelesa različita.

Sila, koja na istovrsne čestice tijela djeluje i međusobno ih drži ili spaja, zove se spojnost (kohezija).

Spojnost je kod krede manja, nego li kod opeke ili šljunka; kod vode je još manja, a kod uzduha je ni nema.

Čvrsta tjelesa i tekućine imaju, a uzdušnine nemaju spojnosti.

Spojnost je kod čvrstih tjelesa vrlo različita i veća je n. pr. kod čelika, željeza, bakra, olova, voska, maslaca itd. nego li kod tekućina: vode, ulja, žeste itd.

Napunimo od dvije bočice uskoga grljka jednu uljem, a drugu vodom, pa lijevajmo polagano iz jedne i druge tako, da samo kapaju u kocku od 1 cm^3 i brojmo kapljice, to će po prilici 20—25 kapljica vode napuniti kocku, dok će uljenih trebati kakovih 45—50.

Uljene su kapljice dakle manje od vodenih, ali i uljene i vodene se otkidaju i kapaju t. j. one moraju svladati spojnost.

Spojnost je kod kapljevina malena, ali kod ulja manja, nego li kod vode.

Nalijmo čašu vode i metnimo lagano suhu šivaću iglu na površinu vode, ali tako, da se ni jedan kraj igle površine vode prije ne dodirne, već da sva igla najednom površinu dotakne, tada će nam igla na površini vode plivati, doklegod voda bude potpuno mirna. Prodre li samo jedan kraj igle u vodu, odmah će potonuti.

Čestice se na površini tekućina jače međusobno drže nego li u unutrašnjosti. One tvore kao neku opnicu (kožicu) na površini. **Ovaj se pojav zove napetost površine.**

Vježbe: 1. Zašto su žestine kapljice manje od vodenih? 2. Zašto nekoji kukci (veslačice) mogu plivati na površini mirne vode? 3. Zašto dlačice kista stoje u vodi razdaleko, a kad ih izvadimo skupe se? Protumačite taj pojav. 4. Nabrojte tjelesa, koja imaju veliku, a koja malenu spojnost ili koheziju! 5. Koja tjelesa nemaju nikakve spojnosti?

4. Čvrstoća.

Konac, konop ili uže dade se pretrgnuti; greda ili tram i mosnica mogu se prelomiti, stupovi i podbočaji mogu se velikom silom zdrobiti; vratila, osovine i svrdlovi previjaju se i popucaju.

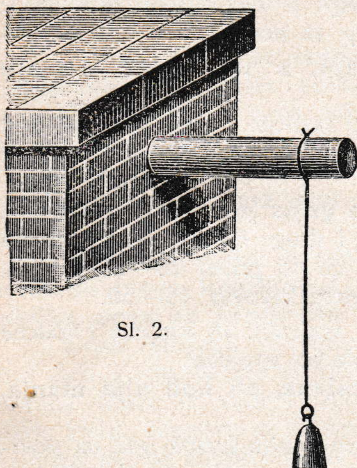
Čestice se tijela dadu na različit način rastaviti; i to: trganjem, lomljenjen, zdrobljenjem i previjanjem. Tomu se rastavljanju čestica ne opiru sva tjelesa jednakim otporom, već se različita tjelesa opiru jače ili slabije, dapače će se isto tijelo opirati drugačije trganju, drugačije lamanju, drugačije opet drobljenju i previjanju.

*

Veličina otpora, što ga tijelo pokazuje pri rastavljanju čestica poradi svoje spojnosti, zove se čvrstoća.

U glavnom razlikujemo četiri vrste čvrstoće. To su:

1. Apsolutna čvrstoća (čvrstoća vlaka) je otpor protiv rastrganja. N. pr. kod konaca, uzica, konopa i užeta, lanaca i šipki, na kojima nešto visi ili vuče, uzima se ova čvrstoća u obzir.

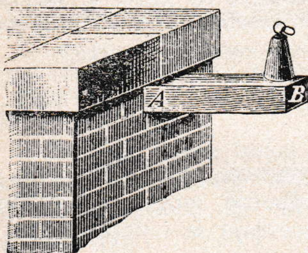


Sl. 2.

Veličina se ove čvrstoće nađe, da se jedan kraj pričvrsti osovno za kakvu gredu (sl. 2.), a na drugi se meću utezi dotle, dok se konop ili lanac, koji kušamo, ne pretrgne. Najmanji utez, što smo ga konačno metnuli, a tijelo se tada prekinulo, označuje apsolutnu čvrstoću dotičnoga tijela; no valja mu još pribrojiti težinu komada, koji se otkinuo.

Među svim kovinama imade ocao najveću apsolutnu čvrstoću. Prut (šipka) od livena zakaljena nada (ocala) u prerezu od $1 cm^2$ prekine se, kada o njega objesimo 10.000 — 14.000 *kg*. Između drva imade jasenovina, bukovina i hrastovina najveću apsolutnu čvrstoću. — Pleteni su konopi jači od frkanih, suhi jači od mokrih. Svileni je konac skoro triputa čvršći, nego isto tako debeo laneni. — **Apsolutna čvrstoća raste s veličinom proreza, ako su tvari iste.**

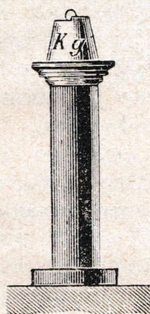
2. Relativna čvrstoća (čvrstoća lomljenja) je otpor protiv lomljenja, n. pr. kod greda, mosnica, brvi itd., koje vodoravno leže, te su na jednom ili na oba kraja poduprte.



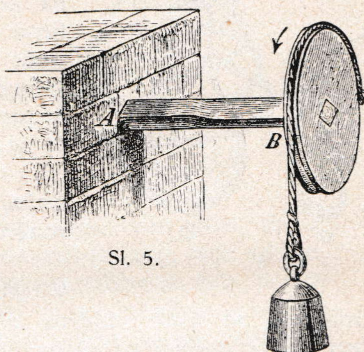
Sl. 3.

Veličina se ove čvrstoće nađe, da tijelo kao gredu na jednom kraju vodoravno učvrstimo n. pr. u zid zazidamo (sl. 3.), a na drugi kraj mećemo uteze, dok se ne prelomi. Posljednji utezić, koji smo k ostalim utezima metnuli i pri kojem se greda prelomila, naznačuje njezinu relativnu čvrstoću. — **Relativna je čvrstoća tim veća, čim je i apsolutna čvrstoća tijela veća, i čim je tijelo kraće.** — Grede pačetvorinastoga proreza su najčvršće, kad ih položimo tako, da njihova veća stranica dođe okomito. — Ako je greda na oba kraja poduprta i u sredini opterećena, onda je četiri puta čvršća.

3. Čvrstoća tlaka ili otpor tijela protiv drobljenja. N. pr. kod stupova, potpornjaka, opeke i kamena u zidovima ili svodovima. Veličina se ove čvrstoće nađe, da se stupovi ili potpornjaci opterete utezima toliko, dok se ne zdrobe (sl. 4.). Ova je čvrstoća ovisna o veličini proreza, a najveća je, kad prorez imade oblik kruga.



Sl. 4.



Sl. 5.

Među kovinama imade lijevano željezo najveću čvrstoću tlaka.

4. Čvrstoća prijevoja ili otpor tijela protiv previjanja. N. pr., kod svrdlova, osovina, vratila, vretena itd.

Veličina se ove čvrstoće nađe, da se tijelo na jednom kraju učvrsti, a na drugom se vješaju utezi, koji nastoje, da ga oko njegove osovine savinu (sl. 5.).

Kod uporabe ne uzima se nikada radi sigurnosti krajnja čvrstoća tijela nego samo neki dio. Tako se n. pr. uzima kod konopa samo $^1/_2$, kod kovine $^1/_5$, kod drva i kamena $^1/_{10}$ njihove čvrstoće.

Vježbe: 1. Koliko ćemo moći opteretiti neku kovnu šipku, ako je njezina apsolutna čvrstoća po 1 *cm*² 3000 *kg*? 2. Neki se konop prekine pri 500 *kg*.; koliko ga možemo opteretiti?

5. Vrste čvrstih tjelesa.

Ilovaču, sapun, vosak možemo noktom parati; olovo, kositer željeznim čavlom, željezo čelikom, staklo bjelutkom. Dijamant (alem) para sva tjelesa, a njega nikoje.

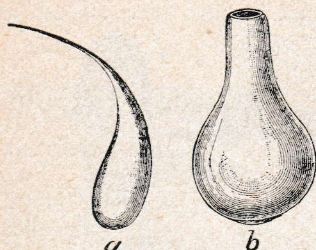
Tjelesa, koja se jako opiru zadiranju drugih tjelesa, zovu se tvrda; a obratno ona, **koja se slabo opiru, zovu se meka.**

Vježbe: 1. Nabroj nekoliko mekih i tvrdih tjelesa! 2. Koje je tijelo najtvrđe? 3. Kakav je maslac zimi, a kakav ljeti? 4. Koja je razlika između mekoga i tvrdoga tijela? 5. Koja je razlika između čvrstoga i tvrdoga tijela?

Pečatni vosak odmah pukne, čim ga malo saviješ. Udari čekićem po komadiću sumpora ili krede, raspast će se na mnogo sitnih komadića.

Uzmi staklenu suzu (sl. 6*a*), koja se dobije, ako rastaljenu staklušinu kapamo u hladnu vodu, da se naglo ohladi, pa zamotavši je u papir tako, da samo brk viri, otkini taj brk, — suza će se raspasti na sâm stakleni prah.

Uzmi nadalje tako zvanu boljonešku bočicu (sl. 6 *b*), koja imade dosta jake strane i dno, ali je naglo na uzduhu ohlađena, kada je pravljena. — Ovom bočicom možeš po stolu dosta jako dnom udarati i ne će popucati; ali čim baciš u nju komadić kremena i grecne ju iznutra, raspast će se na mnogo komada.



Sl. 6.

Tjelesa, koja se raskomadaju, čim čestice njihove samo malo pomaknemo, zovu se krhka.

Pazi! Čelik (ocao) je to krhkiji, što je tvrđi.

Grijanjem se dade staklena cijev razvući u tanju. Olovo se udaranjem čekića rastanji na ploče; kositer valjanjem u tanke listove, koje zovemo stanijol, a željezo, srebro i zlato u tanke žice i listiće (lim, pozlata). Bakrena se žica dade vrlo lako savijati itd.

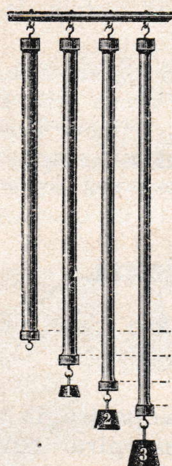
Tjelesa, koja se dadu kovanjem rastanjiti ili u žice izvući, da im se čestice pri tom ne rastave, nego pridrže taj novi oblik, zovu se žilava, kovka, podatna, rastezljiva i gipka.

Pazi! Željezo, ocao (čelik) srebro i platina je žilava kovina, a sve žilave kovine jesu **kovke.** Bakar je podatna i gipka kovina.

Objesi utez na tanku željeznu žicu, koju si prije namotao na olovku tako, da dobiješ zavojnicu (sl. 7.). Žica će se otegnuti. Skineš li utez, povratit će se na svoju pređašnju dužinu.

Objesi na kaučukove prutove (sl. 8.) utez od jedan, dva, tri *dkg*, otegnut će se prutovi jedan, dva, tri puta jače, a svaki put, kad utez skineš, povraćat će se na pređašnju duljinu. Ako prutove preopteretimo utezima, onda se ne vraćaju u svoj pređašnji oblik.


Sl. 7.

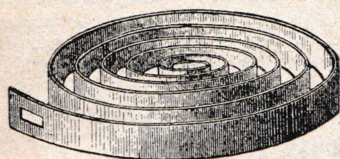


Sl. 8.

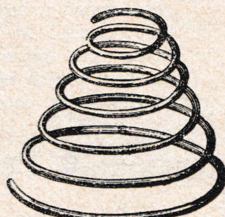
Ocalna se žica dade savijati, a čim sila popusti, ispruži se.

Tjelesa, kojima se čestice dadu razmicati, a da se ne trgaju, i koja, kada sila prestane na njih djelovati, poprimu svoj pređašnji oblik, zovu se pruživa ili elastična.

Vrlo pruživa tjelesa jesu: kaučuk (guma), slonova kost, riblja us, srednje zakaljeni ocao, osobito ocalno pero (sl. 9.) i ocalne žice (sl. 10 i 11) u obliku, kako ih slike pokazuju.



Sl. 9.



Sl. 10.



Sl. 11.

Rastegnemo li koje pruživo tijelo tako jako, da se čestice više ne vraćaju u svoj prеđašnji položaj, tada velimo, da je tijelo dosegnulo svoju **krajnju pruživost.** Sila, kojom je tijelo do krajnje pruživosti došlo, zove se **pružna veličina.**

Pazi! Kaučuk imade veoma veliku krajnju pruživost, ali malenu pružnu veličinu. Što će to reći? Odgovor: Kaučuk se dade rastegnuti veoma malenom silom.

Što znači to, kad se veli: Čelik imade dosta veliku krajnju pruživost, a i znatnu pružnu veličinu?

Pusti iz neke visine nekoliko kuglica n. pr. od drva, kosti, željeza itd. na mramornu ploču, koju si prije namazao čađom, svaka će kuglica odskočiti. Ogledaš li kuglice, opazit ćeš, da je svaka dobila manju ili veću mrlju od čađe, što je znak, da se svaka ponešto stlačila, inače bi imala svaka samo crnu točku.

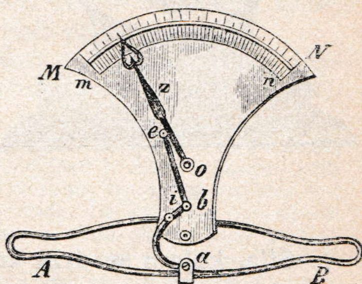
Sva su čvrsta tjelesa manje više pruživa.

Topli vosak, vlažna glina, staklarski maz (kit), slabo pečeni kruh itd. dadu se malom silom običiti i pridrže dobiveni novi oblik i onda, kada sila prestane.

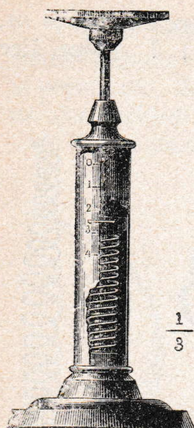
Tjelesa, koja malom silom dođu do svoje krajnje pruživosti i nove oblike lako primaju i pridrže, zovu se gnjecava ili plastična.

Pazi! Gnjecava ili plastična se tjelesa upotrebljavaju za pravljenje kalupa, lonaca, za modelovanje itd.

Primjena. Na pruživosti (elasticiteti) se temelji: 1. **Mjerilo za sile** (dinamometar) (sl. 12.), kojim se mjere velike sile n. pr. snaga konjâ, volova, parostroja itd. 2. **Kućna vaga na pero** (sl. 13.) 3. **Nova obiteljska vaga** sa kazalom kao kod ure (sl. 14, 15.)



Sl. 12.

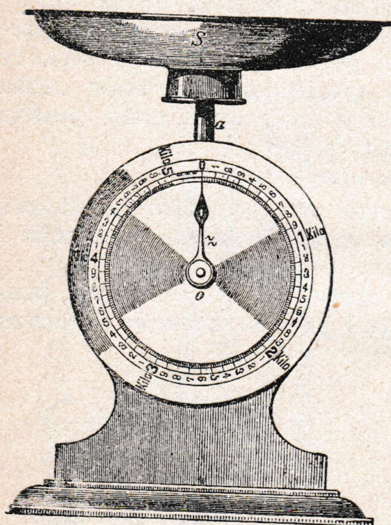


Sl. 13.

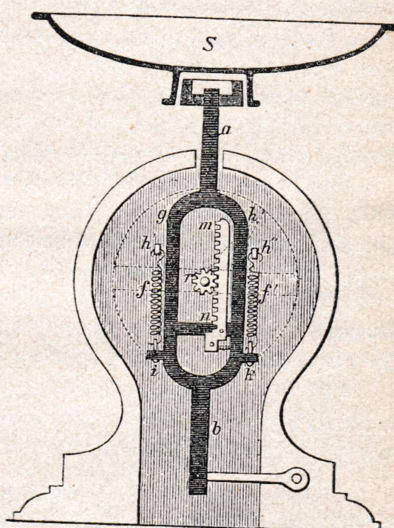
Vježbe: 1. Zašto imaju karuce pera (federe)? 2. Zašto se umata stakleno posuđe u slamu, kada ga kuda na kolima šaljemo? 3. Nabroj nekoja pruživa tjelesa! 4. Je li naše odijelo pruživo? — Koje je jače, a koje slabije pruživo? 5. Čemu je leva (pero) na bravi? 6. Koju zadaću imade pero ocalno u žepnoj uri? 7. Može li i staklo biti pruživo? Odg. Može. Ako se rastopljena staklušina razvuče u veoma tanke niti i lagano ohladi, onda su te niti tako pružive, da ih možemo presti, plesti i savijati, kako hoćemo. 8. Zašto kod preskakivanja skačemo na prste?

6. Prionljivost (adhezija).

Povučemo li kredom po tabli, ostat će na njoj male čestice krede. Čaša s glatkim dnom teško se otkine s ravne, mokre i glatke mramorne ploče. Dobro izbrušene staklene ili kovne ploče prionu jedna uz drugu, ako ih pritisnemo. Zamoči ruku u vodu, vode će nešto ostati na ruci. — (Crnilo na peru i papiru.) Prašina se drži zidova i stropa. Ako smo dulje vremena bili u staji imat će nam haljine vonj od staje. Isto tako od duhana, ljekarnice itd. Dođemo li zimi s ulice u toplu sobu, osjetit ćemo vonj svježega uzduha, koji smo na našim haljinama donijeli.



Sl. 14.



Sl. 15.

Sila, kojom se drže čestice jednakih ili različitih tjelesa svojom površinom, kad se dovoljno približe, zove se prionljivost ili adhezija.

Voda prianja uz našu ruku zato, jer je prionljivost između naše ruke i vode veća, nego što je spojnost vode. Vodene se čestice rastavljaju i prianjaju za staklo, staklo je vlažno itd.

Umočimo prst u živu, on će ostat suh, jer je spojnost žive veća, nego prionljivost između žive i prsta. — Uz krajeve staklene čiste posude stoji voda više, nego nešto dalje od krajeva (sl. 16), jer je prionljivost između vode i stakla veća nego spojnost vode. Obratno će biti, ako nalijemo žive u čistu staklenu posudu (sl. 17), jer je tu spojnost žive veća, nego prionljivost između žive i stakla.


Sl. 16.


Sl. 17.

Na prionljivosti se osniva pisanje, risanje, slikanje, ličenje, tiskanje slova (tiskarnice).

Prionljivost je veća:

1. ako tjelesa jače jedno uz drugo pritisnemo. N. pr. čisti olovni komadi prionu jedan uz drugi, ako ih jako stisnemo (plombe, kliješte za plombe).

2. ako metnemo kakvu tekućinu između površine jednoga i drugoga tijela, n. pr. između staklenih ploča, to će ploče bolje prionuti jedna za drugu.

Na ovom se temelji klijanje (keljenje). Klija ili kelje (tutkalo) povećava prionljivost između ploha, koje spajamo (stolari).

Žbukanje zidova. — Žbuka drži bolje, ako je zid vlažan. Zato zidari poškrope vodom takova mjesta, koja žbukaju, ako je zid suh i prašan. Kod spajanja kovina (lotanja) meću limari kositer, koji spajalom (Löthkolben) rastale, a plohe namažu solnom kiselinom, u kojoj je tutije (Löthwasser), da kositer bolje uz komade prione.

3. ako su plohe glađe, jer je onda više dodirnih čestica, nego kad su plohe hrapave. U takvim se događajima, plohe izglade ili izbruse (blanjanje, poliranje), i meće između njih koja tekućina, osobito takva, koja poslije očvrsne n. pr. kod keljenja i lotanja. Kod pozlaćivanja, posrebrnjivanja, niklovanja moraju se plohe dobro ugladiti, da zlato, srebro ili nikalj bolje prione.

Prionljivost ne postoji samo između čvrstih tjelesa i tekućina, već je imade i između tekućina i uzdušnina, i između uzdušnina i uzdušnina.

Stojimo li blizu vode, koja brzo teče, osjetit ćemo mali vjetar, jer uzduh prianja uz vodu, a ona ga povlači za sobom.

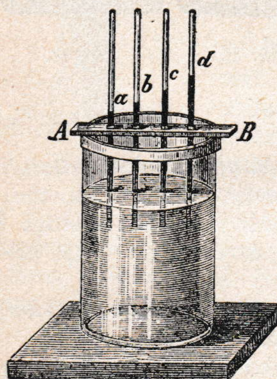
Mnoge se zarazne (infekcijozne) bolesti prenose odijelom, knjigama i drugim, a tomu je uzrok prionljivost, n. pr. kod ospica, dobraca, difterije itd.; jer kuživo prione za te stvari i tako se prenosi.

Vježbe: 1. Zašto lovački psi nađu zeca po tragu? 2. Zašto tjeraju psi divljač bolje, kad je rosa ili snijeg, nego li kad je suho i vjetar? 3. Zašto se kapljice vode na prašnom stolu ne razliju, već prave kuglice? 4. Zašto živa pravi kuglice, kad se raspe? 5. Zašto mažemo cipele mašću i uljem? Odg. Da uklonimo prionljivost između kože i vode. 6. Kako bi mogli uroniti prst u vodu, da ne bude vlažan? Odg. Na površinu vode pospi crvotočinu (Lycopodium), koja pokrije prst, a voda ga ne može ovlažiti. 7. Zašto je perje ptica plivačica suho, a od koke, purana mokro, kad su u vodi? 8. Zašto se podlizuje voda, kad ju lijevamo lagano iz čaše? 9. Zašto se nekoje tekućine lijevaju na malo po niti (koncu)?

7. Kapilarni pojavi (Kapilarnost).

Zamoči kocku sladora jednim uglom malo u crnu kavu ili čaj, opazit ćeš, kako se kava ili čaj naglo diže u sladoru. Uroni komadić upijača (bugačice) jednim krajem u crnilo, crnilo će se dizati u upijaču. Spužva će upiti vodu iz zdjelice itd.

Uronimo više uskih staklenih cijevčica u vodu, koju smo prije ocrvenili anilinom (boja), opazit ćemo, da se voda u cijevčicama diže, i to tim više, čim su cijevčice uže (sl. 18.). U cijevčici *d* se voda najviše digla, jer je najuža.



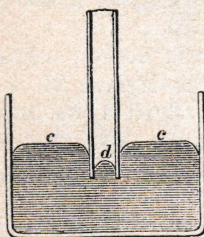
Sl. 18.

Uronimo iste cijevčice u posudu sa živom, opazit ćemo obratni pojav, t. j., u cijevčicama će živa niže stojati, nego što je u posudi (sl. 19.). i to u najužoj najniže, a u najširoj najviše.

Dizanje kapljevina u uskim cijevčicama zove se kapilarnost.

Tekućine, koje poradi svoje prionljivosti kvase krajeve cijevčica, dižu se u njima.

Živa ne kvasi staklene cijevi, jer je prionljivost između žive i stakla manja, nego spojnost žive. S toga se živa ne diže u staklenim cijevčicama, već obratno ona stoji niže.



Sl. 19.

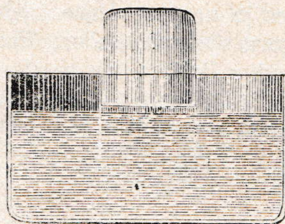
Površina kapljevine, koja kvasi krajeve posude, udubljena je (konkavna), a površina onih, koje ne kvase, izbočena je (konveksna). Vidi slike 16. i 17.

Poradi ovih uzroka diže se ulje (petrolej, mast, loj) u stijenju svijetiljaka. — Upijač siše crnilo, spužva vodu itd. Osobito je kapilarnost znamenita za bilje, jer se u njemu sokovi (mezga) dižu od korijena, pa do najviše grančice. Mokri konopi postanu deblji i kraći, drvo nabubri itd. Kod mnogih je tjelesa kapilarnost tako velika, da se čestice raspadaju, jer množinu kapljevine upijaju. — Zidovi su na mokrom tlu do strehe vlažni. Masne se mrlje vade iz haljina tako, da se na njih metne upijač i preko njega pređe vrućim gladilom (peglom), koje mast otopi, a upijač je isiše.

Vježbe: 1. Zašto su kuće često vlažne? 2. Zašto drveno posuđe kao kabli, žbanje i vože cure, kad se osuše? 3. Zašto mećemo pijesak na vlažna ili mokra mjesta? 4. Što radimo, kad nam kabli cure? 5. Zašto se čamci i brodovi mažu katranom? 6. Zašto su oličeni prozori uljenom bojom?

8. Nepronićnost.

Na onom mjestu, gdje netko sjedi, ne može u isto vrijeme tko drugi sjedjeti. Gdje je orman, knjiga, peć, kamen itd., ne može u isti čas što drugo biti na tom mjestu. Uronimo ruku u zdjelu punu vode, curit će voda napolje, jer daje mjesta ruci. Uroni čašu obrnuto u posudu s vodom (sl. 20.), ne će unilaziti voda u čašu, a to će nam posvjedočiti papir, što smo ga prije zagnjeli do polovice u čašu, jer je suh. — Utakni lijevak kroz pluto čvrsto u grljak boce (sl. 21.), voda ne će iz lijevka curjeti u bocu. Podigneš li malo lijevak, odmah će curjeti.



Sl. 20.

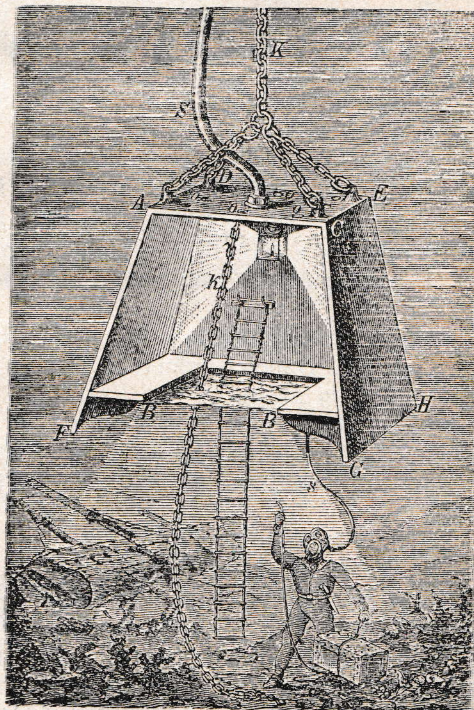


Sl. 21.

Tjelesa zapremaju svojom tvarinom neki određeni dio prostora, pa zato ne mogu u isti čas dva tijela isti prostor zauzimati. Ovo se svojstvo sviju tjelesa zove nepronićnost.

Primjena. Na nepronićnosti uzduha temelji se ronilo, kojim se ljudi mogu na dulje vremena spustiti na dno mora ili rijeka, da podižu potonule stvari ili da beru koralje.

Ronilo (sl. 22.) je veliki željezni dolje otvoreni zvonoliki orman, koji na gornjoj strani imade prozorčiće od jaka stakla, da u nutrinju može prodirati svjetlost. Na dolnjem se kraju nalaze klupe za ronioce, a čitavo ronilo visi na lancima. Da ronioci mogu dulje vremena u ronilu biti,



Sl. 22.

dovodi im se cjevinom sa površine vode svjež uzduh. Ronioci mogu i izlaziti iz ronila, a tada metnu nepromočnu kapu na glavu, u koju se uzduh vodi cjevinom iz ronila.

Danas se malo upotrebljavaju ronila, nego najviše ronilačka odijela, koja se zovu skafander.

Skafander je nepromočno odijelo, koje ronilac na se navuče, da voda do njegova tijela ne dolazi. Pred očima imade stakla, da vidi, a na glavi cjevinu, kojom mu se dovodi uzduh.

Vježbe: 1. Zašto curi mlijeko iz pune zdjelice, kada n njega drobimo kruh? 2. Zašto se prolijeva vino ili pivo, kada lijevamo na lijevak, koji pristaje uz bocu? Što ćemo učiniti, da se ne prolijeva? 3. Zašto se podigne voda u loncu, kad stavimo meso kuhati? 4. Kako bi izmjerio obujam ključa čašom? 5 Zašto u ronilu nema vode?

Pazi! Prostornost i neproničnost su znamenita svojstva tjelesa.

9. Djeljivost.

Kamen, sol, slador, možeš čekićem razmrviti na sitne komadiće. — Drvo pilimo i cijepamo, da dobijemo manje komade. — Željezo, bakar, srebro i slično dade se piljakom na sitnu piljotinu ispiliti.

Vodu, mlijeko, ulje itd. možeš iz velike posude preliti u sve manje posudice. Ako jako dušemo u mali mlaz vode, raspršit će se na veoma sitne kapljice.

Iz mjehura, u kojem je uzduh, možeš tiskanjem na malu cijevčicu s pipcem vrlo malu množinu uzduha ispuštati.

Sva se tjelesa dadu nekom silom rastaviti (dijeliti) na manje dijelove, koji imaju istu tvar, kao i cio komad.

Slador se i sol topi u vodi, pa svaka kap vode je slatka odnosno slana, jer imade u njoj sladora, dotično soli

I rastapanjem se mogu tjelesa razdijeliti na manje čestice.

Ulij u malu zdjelicu nešto etera, ishlapit će, i sva će soba po njemu mirisati. Donesi svježu ružu u sobu, sva će soba zamirisati njezinim mirisavim uljem.

I kod etera i kod ruže mora da su se mali dijelovi primiješali uzduhu, koje smo dišući našim sjetilom zamijetili

Ishlapljivanjem se mogu tjelesa razdijeliti na manje čestice.

Tjelesa se dadu ili silom ili kojim drugim načinom (rastapanjem, ishlapljivanjem) na manje istovrsne čestice razdijeliti, a to svojstvo tjelesa, zove se **djeljivost,** ili **mekanička djeljivost.**

Mnoga su tjelesa u velikoj mjeri djeljiva.

Jedan gram fuksina (crvena boja) može 1000 *l* vode omastiti, da se još opaža crvenilo u vodi. Mošus može dulje vremena raspro-straniti miris po sobi, ma da se soba danomice vjetri, a ipak se ne će opaziti, da je što manji postao. Zlato se dade rastanjiti na tako

tanke listiće, da 10.000 naslaganih jedan na drugi istom 1 *mm* debelu naslagu daju. Dukat se dade rastanjiti da možeš njime pozlatiti plohu od $1^3/_4$ m^2 veliku.

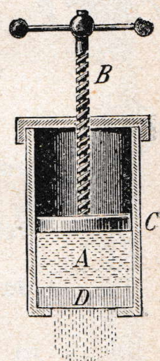
Nekoja tjelesa, kako smo vidjeli, imaju veliku djeljivost, ali ipak ne bi mogli nikoje tijelo dijeliti, dok hoćemo, jer bi konačno došli do tako sitnih čestica, koje ne bi mogli dalje dijeliti. I te čestice možemo pomisliti, da su još iz drugih manjih čestica sastavljene, koje svojim sjetilima ne možemo zamijetiti, a ni dijeliti se više ne dadu. Ovake čestice zovu se **tvarne čestice ili molekuli.**

Bilješka. U 1 *l* uzduha ima do trilijun molekula.

Vježbe: 1. Kakva tjelesa možemo njuhom zamijetiti? 2. Protumači, kako zamjećujemo miris ruže? 3. Kakva tjelesa zamjećujemo okusom? 4. Zašto je slatka svaka kap vode, u kojoj se rastopio slador?

10. Šupljikavost (poroziteta).

Na spužvi, plovučcu, kruhu vidimo prostim okom manje ili veće šupljine. — Lijevaj vode na suhu opeku, ona će ju upiti, a kad je razdrobiš, opazit ćeš, da je i unutra mokra. Iz sirova drva pišti voda, kada gori. — Baci komad krede, kojom pišemo u vodu, izlazit će mjehuri iz vode. Suho drvo nabubri u vodi. — Živa se dade protisnuti kroz tanku daščicu s pomoću živina tiskala (sl. 23.) Ako zavrtimo vijak *B* u valjku *C*, to će živa iz prostora *A* kao sitna kišica prolaziti kroz daščicu *D*.



Sl. 23.

Ako u bocu (sl. 24.) metnemo stakleni lijevak i u nj smotamo zaokruženi komad upijača u obliku čunja, pa lijevamo vodu, to će voda prolaziti kroz upijač, premda nijesmo vidjeli nikakvih šupljinica.

Na tom se pojavu temelji **procjeđivanje ili filtrovanje tekućina.**

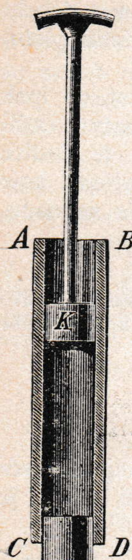
Sva su čvrsta (kruta) tjelesa šupljikava, t. j. imaju šupljinice ili pore.

Napunimo jednu bocu do polovice vodom, a drugu polovicu žestom i začepimo je dobro, da ne ostane ni malo uzduha, promućkajmo to, boca ne će biti puna. Smjesa imade manji obujam nego voda i žesta skupa. — Metni čašu s vodom na stol, da ostane preko noći u toploj sobi, vidjet ćemo u jutro na krajevima čaše neke kuglice kao biser. To je uzduh, koji je bio u porama vode.


Sl. 24.

Tekućine su šupljikave.

Ako u stakleni valjak *A*, *B*, *C*, *D* (sl. 25.) porineš čep *K*, koji neprodušno pristaje, stlačit će se uzduh na manji obujam. Ovo je dokaz, da je



Sl. 25.

uzduh šupljikav, budući da se nije tvar umanjila, već su se morale umanjiti šupljinice.

Kada očepimo bocu s kiselom vodom, dižu se mjehurići ugljikova dvokisa, koji je bio u porama vode.

I uzdušnine su šupljikave.

Zaključak. **Sva su tjelesa šupljikava ili porozna. Svojstvo, da tjelesa imaju šupljinice ili pore, zove se šuplikavost ili poroziteta.**

Vježbe: 1. Zašto unilazi treslovina u kožu, kada se učinja? 2. Zašto varzilo (Farbstoff) bojadiše vunu, pamuk, jaja itd.? 3. Zašto se katrane brodovi? 4. Zašto se liče prozori i vrata? 5. Zašto močenjem (bajcom) unilazi boja u drvo? 6. Na čemu se osniva inpregnovanje drva? 7. Zašto se sladorni sok filtrira kroz koštani ugalj (spodij)? 8. Zašto šupljikavo tlo pogoduje biljkama? 9, Od koje je znamenitosti, da voda u moru, jezerima, rijekama itd. imade uzduha?

11. Teža.

Ispusti iz ruke kamen, kredu, drvo, olovku, kap vode ili ulja, sve će se ovo gibati prema zemlji.

Ovakovo se gibanje zove padanje.



Da tjelesa padaju, uzrokom je tomu privlačiva sila zemlje, koja sva tjelesa k sebi priteže.

Ova privlačiva sila zemlje zove se **sila teže** ili u kratko **teža.**

Teža je uzrokom, da sva tjelesa padaju, ili da su sva tjelesa teška.

Uzmi jakoga konca od 50—60 *cm* duljine i priveži na nj kakvogod tijelo, recimo ključ, komadić krede, oveće puce itd., tada to tijelo ne može padati, već samo napinje konac poradi teže. Ako konac prerežemo ili pregorimo, past će. — Ako se umiri konac, na kojem visi ključ, pokazat će nam on smjer, kojim tjelesa padaju.

Smjer, kojim tjelesa padaju, zove se osovan ili vertikalan.

Ako mjesto ključa, krede itd. privežemo na vrpcu ili konopčić olovnu ili željeznu kuglicu ili valjak, kao što ga predočuje sl. 26., dobili smo tada jednostavnu spravu, koja se zove **okomilo.**

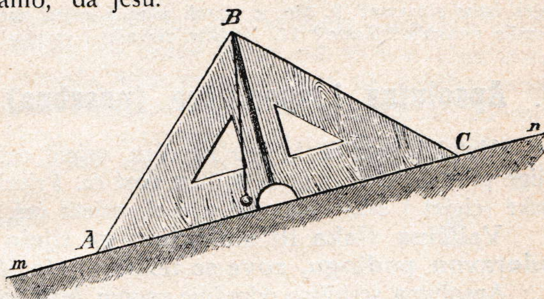
Ispusti iz ruke kamenčić nuz okomilo, past će uspo- redno s vrpcom okomila.

Što nam dakle pokazuje okomilo? — Smjer, kojim teža djeluje pri padu tjelesa — ili smjer, kojim tjelesa padaju.

Sl. 26.

Da dovoljno produžimo osovne smjerove, svi bi se u središtu zemaljskom sjekli. — Ovi smjerovi nijesu dakle usporedni, ali za naše male udaljenosti uzimamo, da jesu.

Ta privlačivost nije samo između zemlje i tjelesa, koja su na njoj, nego je imade i u svemiru između nebeskih tjelesa n. pr. između sunca i zemlje, zemlje i mjeseca itd., a ta se zove **općena teža ili gravitacija.**



Sl. 27.

Mjesec je uzrokom plime i osjeke mora, jer privlači morsku vodu

Okomilom se može označiti i vodoravan ili razit smjer. Sprava, kojom se određuje vodoravan smjer, zove se razulja (sl. 27.) To je istokračan trokut, (može biti i daščica), koji imade u vrhu učvršćeno okomilo. Osnovka je raspolovljena i crtom spojena s vrhom trokuta. Okomilo će samo onda pasti u sredinu osnovke i na crtu, kada je podloga vodoravna, na kojoj leži osnovka razulje.

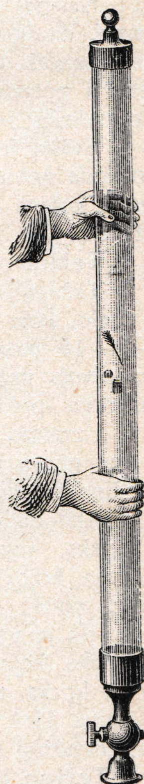
Ispusti pero i kamenčić u isti čas iz ruke, kamenčić će prije biti na tlu, nego pero.

Uzmi krunu (novac) i krug od papira, koji je nešto veći od krune, pa ispusti u isti čas jedno uz drugo, kruna će prije na tlo pasti, nego krug od papira. Sada metni krug od papira na krunu i ispusti, opet će kruna prije na tlo pasti, nego papir. Obreži papirnati krug, da bude nešto manji od krune i metni ga na krunu, pa ispusti, oboje će pasti u isti čas na tlo.

Uzmimo odulju staklenu cijev (sl. 28.) i metnimo u nju olovne kuglice, komadiće papira i pahuljice perja, pa isišimo uzduh iz cijevi, sva će nam ova tjelešca u isti čas padati, kad budemo cijev obraćali.

Uzrok, zašto sva tjelesa jednakom brzinom ne padaju, jest otpor u uzduhu, kojega teža tjelesa lakše svladaju, nego li laka. U cijevi nema uzduha ili je barem veoma razrijeđen, pa nema ni otpora.

Sva tjelesa padaju istom brzinom, sva su jednako teška, sva jednako tlače na svoju podlogu.



Sl. 28.

Vježbe: 1. Kako bi se uvjerio, da li je stupac osovno u zemlju ukopan? 2. Jesu li tornjevi udaljenih crkvi usporedni? Razjasni crtežem. 3. Jesu li zidovi školske sobe usporedni? Zašto? 4. Zašto uvijek ne pada kiša i snijeg osovno?

5. Kada će padati osovno? 6. Kad bi mogli našu zemlju skroz provrtati, pa bi ispustili kuglu u tu rupu, kuda bi došla kugla? Zašto? 7. Zašto lepršaju pahuljice perja amo tamo, kad ih iz vrećice istresemo? 8. Zašto se nebeska tjelesa gibaju uvijek istim stazama? 9. Što je uzrok plimi i osjeci mora? 10. Tko upotrebljava okomilo i razulju? Zašto? 11. Narišite okomilo i razulju!

12. Apsolutna i specifična (posebna) težina, gustoća.

Metni kamen ili knjigu na dlan, osjetit ćeš neki tlak kamena ili knjige prema dolje; nagneš li dlan, past će. Priveži na konopčić komad opeke (cigle) i drži konopčić u ruci, osjetit ćeš, kako dolje vuče.

Veličina tlaka ili vlaka, što ga tijelo očituje osovno na vodoravnu podlogu, zove se težina tijela ili apsolutna težina.

Apsolutna se težina određuje vagom. Nabroji uteze, koje poznaješ?

Pazi! Težina cm^3 vode pri $4^0 C = 1\ g$

» 1 $dm^3 = 1\ l$ vode pri $4^0 C = 1\ kg$

» m^3 vode pri $4^0 C = 1000\ kg = 1$ tona

Zašto?

Nasipaj u posudu nešto pijeska i digni posudu, pa ćeš opaziti, da ima neku težinu. Metni zatim još pijeska u posudu, i digni opet, pa ćeš opaziti da ima neku veću težinu. Metni zatim još pijeska u posudu i digni opet, pa ćeš opaziti, da je težina još veća. To isto pokušaj i sa sačmom, vodom i živom!

Svaka čestica ili molekul imade težinu, a zbroj sviju čestica ili molekula nekog tijela je težina cijeloga tijela. Ako je množina tvari (mase) kojega tijela 2—3—4 put veća, bit će i njegova težina 2—3—4 put veća.

Težina tijela raste sa množinom tvari (mase).

Teža nije svuda na zemlji jednaka. Točnim se mjerenjem našlo, da tijelo, koje je 2—3—4 put udaljenije od zemljskoga središta, ima 4—9—16 puta manju težu Odatle slijedi, da je na visokim bregovima teža manja nego u ravnicama; na polutniku (ekvatoru) manja nego na stožerima (polovima). Zašto?

Uzmimo jednake množine različitih stvari u ruke, zamijetit ćemo, da sve nijesu jednako teške. Pluto (šuvor) je lakše, nego ista tolika množina drveta; drvo je lakše od željeza, a željezo opet lakše od olova.

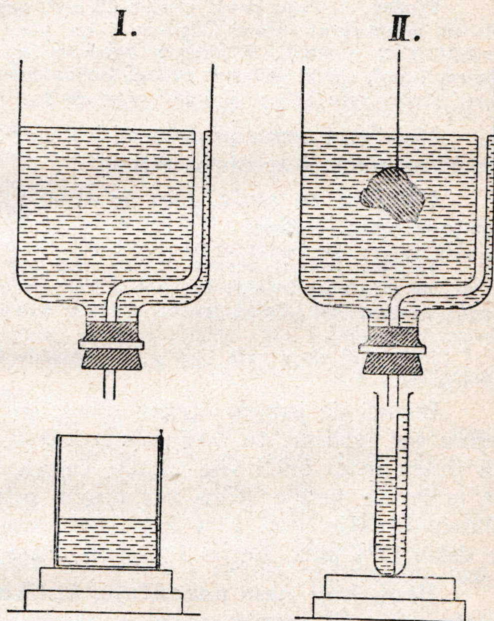
Ako dademo načiniti kocke od 1 cm^3 od različitih tjelesa n. pr. od opeke, vapnenca, željeza, bakra, olova itd. i jednu šuplju kocku od lima, kojoj je šupljina upravo 1 cm^3, pa nalijemo u tu šuplju kocku vode ($4^0 C$) i vagnemo to na točnoj i osjetljivoj vagi, vidjet ćemo, da je voda 1 g teška, kad oduzmemn težinu šuplje kocke. Kocka od opeke, koja pristaje točno u šuplju limenu kocku, bit će teška 1·8 g; kocka od vapnenca 2·5 g; od željeza 7·8 g; od bakra 8·8 g; od olova 11·4 g. Nalijemo li u šuplju kocku žive, bit će 13·6 g; teška. Ove se težine pojedinih tjelesa zovu posebna (specifična) težina.

Težina jedne jedinice obujma kojegagod tijela zove se posebna ili specifična težina.

Pazi! Jedinica obujma je 1 cm^3.

Budući da nam nije uvijek moguće imati kocke, koja bi imala točno 1 cm^3 od dotičnoga tijela, to možemo odrediti specifičnu težinu i slijedećim načinom:

Da nađemo specifičnu težinu od nepravilnoga komadića olova, vagnut ćemo olovo, i recimo, da imade težinu od 45·6 *g*. Uzet ćemo sada staklenu valjkastu posudu, koja je razdijeljena na kubične centimetre (kalibrovana posuda, menzura) i naliti u nju vode do 15 cm^3. Spustimo taj komadić olova u tu posudu, voda će se dići, recimo do 19 cm^3. Tamo gdje je olovo, nije voda, pa radi toga je voda dala mjesta olovu i ona se upravo digla za toliko, kolik je obujam olova. Obujam olova je dakle 4 cm^3. Ako dakle 4 cm^3 olova važe 45·6 *g*, onda će 1 cm^3 vagati četvrti dio od 45·6 *g*. t. j. 45·6 : 4 = 11·4 *g*. **11·4 g** je težina 1 cm^3 olova ili to je njegova posebna ili specifična težina.



Sl. 29.

Da uzmognemo i većim komadima na ovaj način odrediti specifičnu težinu, odrežimo dno od jedne ošire boce, a u grljak metnimo dobar čep i provucimo kroz njega dvaputa savinutu cijev, (sl. 29 I.) da doseže gotovo do $^2/_3$ boce. Obrnimo bocu, da grljak dođe dolje i stavimo je u stalak, da čvrsto i mirno stoji. (Stalak nije nacrtan). Sada lijevajmo u tu preobrnutu bocu vodu, dok na cijev ne bude curila u podmetnutu čašu. Voda je u razini cijevi. Podmetnimo pod bocu menzuru i uronimo tijelo, kojemu tražimo spec. težinu, na tankoj niti ili žici u vodu. Voda će se u boci dići i curjeti kroz cijev u podmetnutu menzuru, dok opet ne dođe u razinu s cijevlju. Vode je toliko iscurjelo, kolik je obujam uronjenoga tijela; menzura nam pak pokazuje, koliko je vode iscurjelo, ili koliko je vode tijelo istisnulo t. j. koliki je obujam uronjenoga tijela (sl. 29 II.).

Ako smo n. pr. uronili u bocu šljunak (bjelutak), koji je 360·5 *g* težak, a vode je iscurjelo u menzuru 50 cm^3 = t. j. obujam je njegov 50 cm^3, onda će biti njegova spec. težina 360·5 : 50 = 7·21 g.

Specifična se težina nađe, ako apsolutnu težinu tijela razdijelimo s njegovim obujmom.

Vježbe: 1. Komad lijevanoga željeza važe 86·4 *g*., obujam mu je 12 cm^3. Kolika mu je specifična težina? Odgovor. Ako lijevano željezo važe 86·4 *g*., a obujam je 12 cm^3., onda će dvanaesti dio željeza vagati 86·4 : 12 = 7 2 *g*. ili 7·2 *g*. je specifična težina lijevanoga željeza. 2. Komad hrastovine ima 25 cm^3 obujma, a teži 19·75 *g*. Kolika mu je spec. težina? Odgovor. Specifična težina će biti: 19·75 : 25 = **0·799** *g*.

Ako nam je poznata specifična težina i obujam možemo lako naći apsolutnu težinu.

Apsolutna se težina nađe, ako se obujam tijela umnoži njegovom specifičnom težinom.

Vježbe: 1. Pluto imade obujam 20 cm^3, specifič. težina mu je 0·24 *g*. Kolika mu je apsolutna težina? Odgovor. 1 cm^3 pluta važe 0 34 *g*., a 20 cm^3 vagat će 0·24 X 2 = 4·8 *g*. ili njegova apsolutna težina je 4·8 *g*. 2. Srebro imade obujam 9 cm^3, specif. težina je 10·5 *g*. Kolika mu je apsolutna težina? Odgovor. 1 cm^3 srebra važe 10·5 *g*. a 9 cm^3 vagat će 9 X 10·5 = 94·5 *g*.

Nadalje možemo proračunati i obujam tijela, ako nam je poznata specifična težina i apsolutna težina.

Obujam se nađe, ako se apsolutna težina tijela razdijeli brojem spec. težine.

Vježbe: Komad kovana željeza važe 249·6 *kg*, spec. težina mu je 7·8. Kolik mu je obujam? Odgovor. Ako 1 dm^3 kovana željeza važe 7·8 *kg*, onda će njegov obujam biti, koliko se 7·8 u 249·6 nalazi t. j. 249·6 : 7·8 = 32 dm^3 ili obujam je 32 dm^3.

Jedan cm^3 olova važe 11·4 *g*., 1 cm^3 vode 1 *g*., 1 cm^2 srebra 10·5 *g*., zlata 19·3 *g*. itd.

Budući da jednaki obujmi olova, srebra, zlata, vode nemaju istu težinu već različitu, to zaključujemo, da u tom obujmu od 1 cm^3 kod tih tjelesa mora biti i više tvarnih čestica, nego u vodi; mora dakle da te čestice tješnje jedna nuz drugu prianjaju, mora da su gušće. Olovo će dakle imati 11·4 puta više tvarnih čestica nego voda, olovo je dakle 11·4 puta, srebro 10·5 puta, zlato 19·3 puta gušće od vode.

Broj, koji nam naznačuje, koliko je tvari (mase) u kojem tijelu više ili manje nego u istom obujmu vode, (od 4° *C*) zove se gustoća.

Specifična težina i gustoća označuju se istim brojevima. Brojevi specifične težine jesu imenovani, jer nam kažu težinu jedinice obujma, dok su brojevi gustoće neimenovani, jer nam naznačuju množinu materije (mase) u jedinici obujma. N. pr. gustoća tutije je 7 t. j. u 1 $cm.^3$ tutije imade 7 puta više materije nego u 1 $cm.^3$ vode (kod 4° *C*).

Nekoje specifične težine.

1 cm^3	pluta . . . važe	0·24	*g*.	1 cm^3	opeke (cigle) važe	1·8	*g*.
1	« omorike suhe »	0·43	«	1	« sumpora . »	2	«
1	« hrastovine »	0·79	«	1	« stakla . . »	2·4	«
1	« bukovine suhe »	0·65	«	1	« vapnenca . «	2·5	«
1	« alkohola (žeste) »	0·8	«	1	« aluminija . »	2·6	«
1	« ulja . . . »	0·9	«	1	« kremena . »	2·7	«
1	« vode (4° *C*) »	1	«	1	« tutije (cinka) »	7	«

1 cm^3 lijevanoga željeza	važe	7·2 g.	1 cm^3 srebra . .	važe	10·5 g.
1 « kositra . .	«	7·3 «	1 » olova . .	»	11·4 »
1 « kovanoga željeza	«	7·8 «	1 » žive . .	»	13·6 »
1 « ocala (čelika, nada)	«	7·9 »	1 » zlata . .	»	19·3 »
1 « bakra . .	«	8·8 «	1 » platine . .	»	22 »

13. Rastapanje, miješanje, gutanje [apsorpcija].

Metni komadić sladora (šećera) u vodu, voda ne samo da će ovlažiti slador, nego će se uvlačiti među čestice i poradi velike prionljivosti između vode i sladora, svladat će prionljivost spojnost sladornih čestica i slador će se raspasti. Slične ćemo pojave opaziti, ako u vodu metnemo komad slankamena (kamena sol), salitre itd. Čestice su ove u vodi veoma sićušne, da ih ni povećalom opaziti ne možemo, jedino ih osjećamo okusom.

Pojav, da kruto tijelo s pomoću koje tekućine (otopilom) samo prijeđe u tekućinu, zove se rastapanje (rastopina).

Rastopina sladora ili soli imade sićušne čestice sladora, odnosno soli u otopilu t. j. tekućini, u kojoj su se raspale (rastopile ili otopile).

Kako su ove čestice male, vidimo odatle, što čestice sladora ili soli prolaze pri procjeđivånju (filtriranju) kroz cjedilo, dok primiješana sitna prašina ili pijesak ostaje na cjedilu.

Rastapamo li kuhinjsku sol tako, da mećemo malo po malo sitne komade soli u vodu i čekamo, dok se otopi svaki komadić soli, što smo ga u vodu metnuli, zamijetit ćemo, da će se tim brže rastapati, ako otopilo miješamo; konačno ćemo opaziti, da voda više sol ne rastapa, jer čestice soli nerastopljene padaju na dno.

Ako tijelo razdrobimo na sitno i zatim miješamo, tada se pospješuje rastapanje.

Svako otopilo može samo neku određenu količinu nekoga tijela rastopiti, a kad otopilo prestane rastapati, velimo, da je ta rastopina (otopina) zasićena ili sita.

Sva tjelesa nijesu u istoj mjeri rastopiva.

148 dijelova soli rastapa se u 400 dijelova vode, dok se u istoj množini vode rastopi samo jedan dio sadre (gipsa). Sol je lako topiva, a sadra teško.

Rastopi obične salitre u vodi, da dobiješ situ otopinu. Ugrij sada ovu otopinu i pridodaj salitre, salitra će se još rastopiti.

Toplo otopilo više rastapa nego hladno.

25 dijelova salitre rastapa se u 100 dijelova hladne vode, dok će se 246 dijelova salitre rastopiti u 100 dijelova vrijuće vode.

Ostavimo ovako situ otopinu salitre, da se malo po malo ohladi, izlučit će se jedan dio salitre iz vode i tvorit će pravilne oblike, koji se zovu leci (kristali).

Voda je najobičnije otopilo. Šećer (slador), kuhinjsku sol, salitru, kocelj (stipsu), galicu sapun itd. rastapa voda.

*

Vinovica (alkohol) rastapa jod, smolu i različna mastila (boje). Etir topi jod, fosfor, sumpor i mast itd.

Uzmi vinovice i vode, pak lijevaj vinovicu u vodu, vidjet ćeš, kako se vinovica u vodi jednoliko razdjeljuje. — Uzmi pako ulja i vode, pak lijevaj ulje u vodu, ulje se ne će u vodi porazdijeliti, nego se sabire na površini vode i pliva na njoj.

Ako se dvije ili više tekućina jedna u drugoj jednoliko porazdijele, tada velimo, da se tekućine miješaju, da je to smjesa.

Ako se pak tekućine ne miješaju, onda se one po svojoj specifičnoj težini tako razdijele, da dođe lakša na težu.

I čvrsta tjelesa možemo miješati, ako ih u prah razdrobimo i ovo se onda zove smjesa n. pr. sumporni cvijet i željezna piljevina, itd

Ostavimo li u čaši vode, da dulje vremena stoji, spazit ćemo, da se dižu neki mali mjehurići u obliku kuglica. To je uzduh, koji je bio u vodi.

Između vode i uzduha je prionljivost, pa je uzduh zašao među molekule (čestice) t. j. u pore (šupljice) vode.

Ako koja tekućina upija uzduh ili koju drugu uzdušninu, tada velimo, da ona guta ili apsorbira, a ovaj se pojav zove gutanje ili apsorpcija.

Jedan litar hladne vode proguta 1 litar ugljične kiseline (soda voda). Ako ovu ugljično-kiselu vodu grijemo, izlazit će ugljična kiselina, a voda se pjenuši (muzira).

Hladna voda upija više uzdušnine nego topla.

Ako procjeđujemo (filtriramo) vodu, koju smo lakmusom (modra boja iz lišajeva) omastili, kroz koštani ugalj (spodij), postat će voda bez boje.

Koštani ugalj ili spodij oduzima t. j. apsorbira tekućinama boje. (Tvornice šećera). Drveni ugalj apsorbira također plinove i vonj tekućinama.

Drveni i koštani ugalj apsorbiraju plinove, boju i vonj tekućinama. (Čuvanje mesa ljeti, filtriranje gadne vode).

Vježbe: 1. Nabroj tjelesa, koja se niti u vodi niti u vinovici ne rastapaju. 2. Kada otopilo više otapa? 3. Što je sita otopina? 4. Zašto se masne mrlje iz haljina vade vinovicom, a ne vodom? 5. Zašto je topla voda za pranje rublja bolja, nego hladna? 6. Kako možemo mutnu i smrdljivu vodu načiniti, da bude bistra i bez vonja?

14. Prijegled.

1. Razlikujemo tri vrste tjelesa: **čvrsta, tekuća i uzdušna.**

2. Tjelesa imaju osim inih neka svim tjelesima zajednička svojstva, koja se poradi toga zovu **općena svojstva** a ta su:

a) **neproničnost**; b) **djeljivost**; c) **šupljikavost**; d) **stlačivost**; e) **teža (također općena teža ili gravitacija).**

3. Tjelesa su sastavljena iz molekula, na koje djeluju dvije sile spojna i odbojna Način, kako se molekuli međusobno drže, zove se **agregatno stanje.**

Razlikujemo tri vrste agregatnoga stanja: **čvrsto, tekuće i uzdušno.**

4. Sila, koja molekule tijela međusobno drži i spaja, zove se **spojnost** (kohezija), a ona, koja na površini djeluje, zove se **prionljivost** (adhezija)

5. Sila, kojom se spojnost opire rastavljanju čestica, zove se **čvrstoća.** Razlikujemo četiri vrste čvrstoće: **apsolutnu i relativnu, čvrstoću tlaka i čvrstoću prijevoja.**

6. Sva tjelesa nastoje da padaju prema središtu zemlje; uzrok tomu je **teža.** Sva su tjelesa **jednako teška.**

7. Apsolutna težina je **tlak** tijela na podlogu ili **vlak** na stvar, o koju je obješeno.

8. Težina jedinice obujma zove se **specifična ili posebna težina.** Omjer između težine nekoga tijela i isto tako velikoga obujma vode zove se **gustoća** tijela. — **Umnožak obujma i specifične težine je apsolutna težina.**

9. Otopilo je kapljevina, u kojoj se neko tijelo rastapa. **Toplina otopila** djeluje na rastapanje. Kada se tijelo više ne rastapa, velimo, da je otopina **sita.** Pravilni oblici tijela, koji nastaju, kada se iz otopine ishlapi otopilo, zovu se **leci** ili **kristali.**

Sva tjelesa nijesu jednako topiva.

10. Nekoje se kapljevine međusobno **miješaju,** a nekoje se **ne miješaju.** — Smjesa nastane, kada se 2—3 ili više tekućina međusobno tako porazdijele, da postane jednolika tekućina, u kojoj ipak zamjećujemo pojedine tekućine, iz kojih je sastavljena.

I **čvrsta** se tjelesa dadu **miješati,** kad ih zdrobimo.

11. Tekućine upijaju različite uzdušnine; velimo, da ih **gutaju (apsorbiraju),** t. j. uzdušnine se uvlače u šupljinice (pore) tekućina.

II. O toplini (Kalorika).

1. Toplina, temperatura, prelaženje topline.

Ako stojimo na suncu ili kod peći, ili blizu vatre ili ugrijanoga gvožđa, ili ako ruke taremo, zamjećuje naše tijelo posebni osjet, t. j. osjećamo toplinu.

Metnimo komad željeza na sunce ili u vatru, vidjet ćemo, da je željezo u nekom posebnom stanju, t. j. željezo je toplo, — ono se ugrijalo.

Uzrok tomu osobitom stanju tjelesa zove se toplina.

Ako neko tijelo budi u nama osjet topline, onda velimo, da je toplo. Taj osjet nije uvijek jednak, već je različan, pa zato govorimo

o nekom **stupnju topline.** Usijano gvožđe imade veći stupanj topline nego mlaka voda. Vrijuća voda veći, nego voda, koju pijemo itd.

Stupanj topline, što ga neko tijelo ima, zove se njegova temperatura.

Stupanj topline nekoga tijela može biti različan. Mi velimo, tijelo je vruće, toplo, mlako, hladno ili studeno; temperatura je tijela dakle različna.

Vrućina je visoki, a studen niski stupanj topline. — Studen je prirodna sila, koja je ista kao i toplina; one se ne razlikuju u svojoj bitnosti, već samo u stupnju.

Toplinu osjećamo cijelim našim tijelom.

Turimo ruku najprije u vruću, a onda u mlaku vodu, mlaka će nam se voda pričinjati hladnom. Turimo li ruku najprije u hladnu, zatim u mlaku vodu, onda će nam se mlaka voda pričinjati toplom.

Ako dođemo iz studeni u sobu, koja je malo topla, bit će nam uzduh u sobi topao, ali ako bi došli iz veoma tople sobe u tu sobu, onda bi nam se činila hladnom.

Uzduh u podrumu čini nam se ljeti hladan, a zimi topao. Zašto?

Naše tijelo nije pouzdano u prosuđivanju topline.

Metnimo usijano gvožđe na neku kovnu ploču, toplina će gvožđa padati, a toplina će ploče rasti, dok ne dobiju obadva tijela istu temperaturu, t. j. dok se njihove topline ne izjednače. Isti ćemo pojav opaziti, ako ugrijano gvožđe turimo u hladnu vodu. Voda će primati toplinu gvožđa tako dugo, dok se njihove temperature ne izjednače.

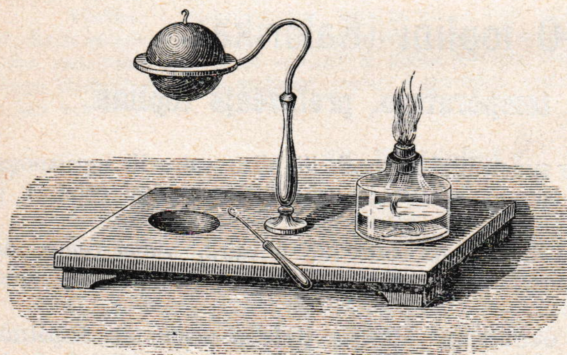
Ako su dva tijela različite temperature u dodiru, onda uvijek toplije tijelo daje svoju toplinu hladnijemu. Ovaj se pojav zove prelaženje topline.

2. Rastezanje toplinom.

Toplina nekoga tijela ne budi u nama samo osjet topline, nego toplina mijenja i obujam tjelesa.

a) Rastezanje čvrstih tjelesa.

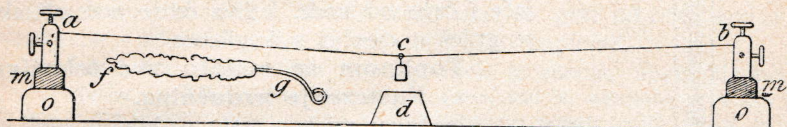
Kovna kugla n. pr. od žute mjedi prolazi, dok je hladna, kroz obruč; ali čim je ugrijemo ne će prolaziti, već zasjedne. Čim se pak kugla ohladi, prolazi kroz obruč i padne (sl. 30.).



Sl. 30.

Uzmi obruč, kroz koji kugla ne prolazi, ali ako obruč ugrijemo, prolazit će.

Željezo od gladila, kad je jako ugrijano, teško zalazi u gladilo, ali ako se malo ohladi zađe lako; ohladi li se sasvim, onda imade dosta mjesta u gladilu.



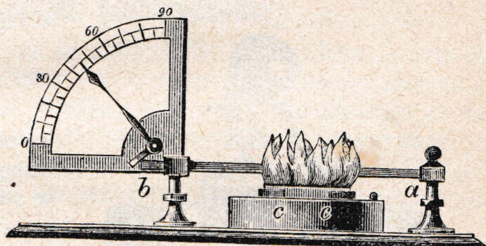
Sl. 31.

Napni žicu *a*, *b*, (sl. 31.) i objesi u polovici žice *c* utez i ugrij žicu komad om pamuka, koji si u žesti namočio, utez će asti na podlogu *d*.

Toplina je kugli, željezu od gladila i žici povećala obujam, ona ih je rastegla.

Toplinom se rastežu sva čvrsta tjelesa.

Da uzmognemo raztezanje kovina, naročito kovnih šipki, promatrati, uzima se sprava, (sl. 32.) u kojoj se šipka u *a* vijkom pričvrsti, a kraj šipke *b* naslanja se na kazalo, koje se pomiče uz luk razdijeljen na 90°. Čim stanemo šipku *ab* svjetiljkom *cc* grijati, počne se kazalo micati od *0* (ništice) prema 90, i to tim jače, što šipku više ugrijemo.



Sl. 32.

Točnim se pokusima dokazalo, da se kovine po malo, ali pravilno raztežu, ako ih grijemo dotle, dok voda ne uzavri.

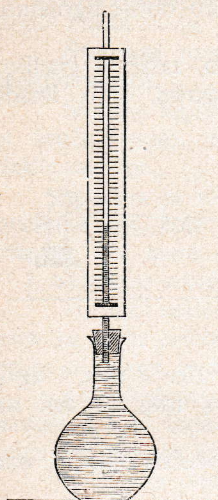
Rastezanje je kod različitih kovina različno. Tako se n. pr. željezna šipka od 1 *m* duljine rastegne za 1·2 *mm*, ako smo je stavili u led, a onda u kipuću vodu; tutija ili cinak rastegne se tim načinom za 3 *mm*.

b) Rastezanje tekućina.

Ako u loncu grijemo vodu, opazit ćemo, da će se voda u loncu dizati, a ako je jače ugrijemo, izlaziti će iz lonca.

Mlijeko lako kipi, isto tako juha i kava, kad ih kuhamo. Kuhamo li u loncu kakovo varivo, ne smijemo lonac napuniti do vrha. Zašto?

Uzmi bočicu (sl. 33.) t. zv. tikvicu (bučicu) i napuni je bojadisanom vodom do vrha, a onda utakni cijev, koju si kroz probušeni čep provukao i začepi bočicu tako, da nešto vode uđe u cijev. Griješ


Sl. 33.

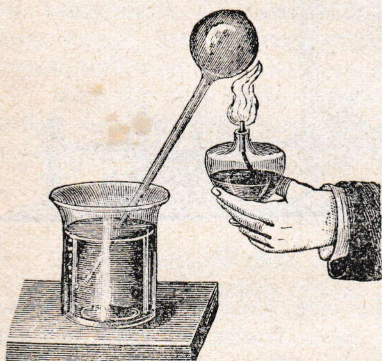
li sada ovu tikvicu lagano na plamenu svjetiljke, voda će se dizati, što ćeš još lakše motriti, ako si na cijev natakao prutak papira i na njem povukao crte u razmaku od 1 *mm*, kako to na slici vidiš.

Isto će se tako rastezati i vinovica, ali još jače i brže od vode. I živa će se rastezati, ako je griješ u cjevčici s kuglicom.

Toplinom se rastežu sve tekućine.

c) Rastezanje uzdušnina.

Naduhaj mjehur malo uzduhom, sveži ga čvrsto koncem i primakni k peći ili štednjaku, mjehur će se jače naduti. Donesi zimi iz hladne sobe jabuke, koje su navorane, u toplu sobu, one će se izravnati. — Uzmi staklenu cijev s kuglicom (sl. 34.), uroni je u posudu s vodom i grij kuglicu svjetiljkom, iz vode će se dizati mali mjehurići. Ti su mjehurići uzduh, koji se toplinom u kuglici rastegao i sada kroz vodu izilazi. Prestaneš li kuglicu grijati, voda će se dizati cijevlju u kuglicu.


Sl. 34.

(Pazi! Kuglica lako pukne, ako voda u nju zađe. Zašto?)

Da se voda u cijevi diže, uzrok je to, što se kuglica ohlađuje, a u njoj i uzduh. Uzduh se steže, zauzimlje manji obujam, a voda ulazi, tlačena vanjskim uzduhom u kuglicu.

Sve se uzdušnine toplinom rastežu.

Točnim se pokusima našlo, da se uzdušnine od svih tjelesa najviše i najpravilnije toplinom rastežu i pri tom povećavaju svoj obujam od prilike za $^1/_3$, ako ih grijemo od stupnja topline, pri kojem se voda smrzava do stupnja topline, pri kojem vri.

Sva se tjelesa toplinom rastežu.

Neki prividni izuzetak čine glina, koža i drvo. Ova se tjelesa stežu, kad ih grijemo; ali tomu je uzrok vlaga (voda), koja se nalazi u njihovim šupljicama (porima). Vlaga se iz tih šupljica toplinom tjera, čestice se stežu, a obujam postaje manji.

Sila, kojom se tjelesa toplinom rastežu ili stežu, jest velika. Kod tekućina veća, nego kod uzdušnina, kod čvrstih tjelesa veća, nego kod tekućina. Kod čvrstih je tjelesa dapače neodoljiva.

Ljudi upotrebljavaju često rastezanje tjelesa toplinom. N. pr. ko-

vači pri okivanju; zidari, kada uziđavaju parne kotlove, moraju ostaviti prostora oko kotla. Vodovodne i plinske cievi spajaju se tako, da se mogu rastezati i stezati. Željezničke tračnice polažu tako, da između pojedinih tračnica u duljini ostave nešto prostora. Staklene posude popucaju, ako se samo na jednom mjestu griju, jer se na tom mjestu čestice raztežu, dok na drugim mjestima miruju. Stakleni čep, koji je u grlu boce jako zasjeo, izvadit ćemo tako, da grlo od boce ugrijemo. Brzojavne i telefonske žice se ne smiju jako napinjati.

Pazi! Specifična težina toploga tijela je manja, nego hladnoga.

Vježbe: 1. Zašto pukne čaša debeloga dna, kad je metnemo na vruću peć ili kad u nju lijevamo vruću vodu? 2. Zašto staklene posude tankih stijena ne pucaju, kad se temperatura mijenja? 3. Koji su tuljci (cilindri) na svjetiljkama (lampama) bolji, tanki ili debeli? 4. Zašto puca glazura na željeznim loncima, kada ih prazne na vrući štednjak metnemo? 5. Zašto kovači navlače vruć obruč (šinju) na točak, kad ga okivaju? 6. Bi li dobro bilo, da se željezničke tračnice postave po duljini sasvim jedna do druge? Zašto? 7. Bi li bilo dobro jako napeti brzojavne i telefonske žice, kad ih ljeti postavljaju? 8. Zašto se pri razašiljanju žeste, bačve sasvim ne napune? 9. Što bi se dogodilo, kad bi se boca sa soda-vodom metnula kraj vruće peći? 10. Zašto pukne naduveni mjehur kraj peći? 11. Zašto je zemljana roba, kao: lonci, opeke, cijevi poslije pečenja manja, nego dok je bila sirova? 12. Što je probitačnije na litre ili na vagu kupovati petrolej, ulje žestu itd.

3. Toplomjer (termometar).

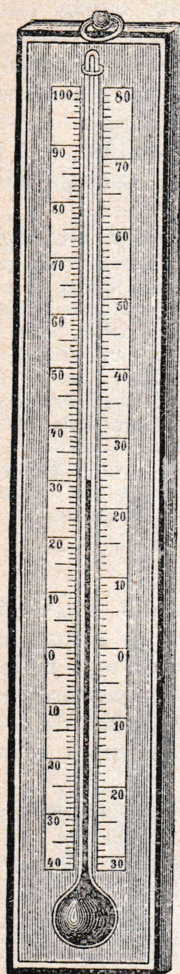
Već smo prije vidili, da je naše tijelo nepouzdano u prosuđivanju topline, jer često tvrdimo, da je neko tijelo istoga stupnja topline ili iste temperature sad hladno, sad toplo. Poradi toga moralo se pomišljati na nešto, što bi nam vazda pouzdano temperaturu pokazivalo. Opazili smo, da se obujam tijela toplinom mijenja i da je to veći, što je temperatura viša. Na ovom pojavu osniva se sprava, kojom se mjeri temperatura.

Sprava, kojom se mjeri temperatura, zove se toplomjer ili termometar.

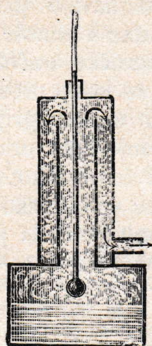
Obični toplomjer na živu (sl. 35.) imade ove dijelove: 1.) veoma usku, jednako široku staklenu **cjevčicu,** koja imade na jednom kraju kuglicu ili valjkastu posudu. 2.) **Živu,** koja je dobro očišćena, pa napunjava kuglicu, odnosno valjkastu posudu i neki dio cjevčice. 3.) **ljestvicu** (škalu ili mjerilo), s koje se može čitati promjena živine duljine. Ljestvica je ili na samoj cjevčici urezana, ili je na posebnoj daščici ili pločici nacrtana. Cjevčica se puni živom tako, da je skupa sa kuglicom ili posudicom najprije pozorno ugrijemo i u posudu sa živom uronimo. Budući da smo uzduh toplinom iz kuglice i cjevčice istjerali, ulazit će živa u cjevčicu i napunit će kuglicu i neki dio cjevčice. Nad živom je u cjevčici još uzduh ostao, a taj se odstrani, da kuglicu grijemo, dok se živa do kraja cijevi ne digne, a onda cjevčicu zatalimo.

Na ljestvici su dvije glavne točke: 1.) **ledište,** 2.) **vrelište.** Daljina ili razmak između ledišta i vrelišta, zove se **temeljna** ili **fundamentalna daljina** ili **razmak.**

Da označimo ledište, stavimo kuglicu u posudu, u kojoj se tali snijeg ili led. Živa će u cjevčici padati, ali će najednom stati i više



Sl. 35.


Sl. 36.

ne će padati niti se dizati. Ova se točka zabilježi na cjevčici i zove se **ledište.**

Da nađemo vrelište, metnut ćemo cjevčicu sa kuglicom u posudu, (sl. 36.) u kojoj voda vri tako, da kuglica dođe iznad vode. Živa će se u cjevčici dizati a konačno će stajati nepomično. Ona točka, do koje je živa u cjevčici u vrijućoj vodi došla, zove se **vrelište,** ta se točka na cjevčici zabilježi. Sad nam je poznata fundamentalna daljina, pa se načini ljestvica ili na samoj cjevčici ili na posebnoj daščici ili pločici, prema tomu, kakvu smo razdiobu odabrali.

Fizičar Réaumur (izgovaraj Réomir) razdijelio je fundamentalnu daljinu na 80, Celsius (Celzij) na 100, a Fahrenheit (Farenhajt) na 180 jednakih dijelova. Svaki ovaj dio zove se stupanj, a bilježi se sa »^{0}« n. pr. 3^0, 15^0 (čitaj tri stupnja, 15 stupanja) i t. d.

Da se znade, od koje se razdiobe stupnjevi navode, nužno je još i početno slovo dotičnoga fizičara naznačiti n. pr. 13^0 R., 20^0 C, 60^0 F. (Čitaj: 13 stupanja Reomira, 20 stupanja Celzija, 60 stupanja Farenhajta.)

Réaumur i Celzij obilježili su ledište ništicom (*0*) a Fahrenheit brojem 32. Vrelište je na Réaumur-ovoj ljestvici označeno brojem 80, na Celzijevoj brojem 100, a na Fahrenheit-ovoj brojem $180 + 32 = 212$.

Od ledišta i vrelišta prenose se stupnjevi gore i dolje, dok cjevčica seže. Kod Fahrenheitove ljestvice dolazi *0* (ništica) za 32 dijela niže od ledišta.

Stupnjevi nad ništicom (*0*) označuju se znakom $+$ (više, plus) i zovu se stupnjevi topline. Oni stupnjevi ispod ništice (*0*) sa znakom — (manje, minus) i zovu se stupnjevi studeni. $+ 19^0$ R. znači 19 stupanja po Réaumuru nad ništicom, a $- 12^0$ C. znači 12 stupanja ispod ništice po Celziju.

Réaumorov se toplomjer upotrebljava najviše u Austro-Ugarskoj i Njemačkoj; Celzijev u Francuskoj, a Fahrenheitov u Engleskoj i svuda u izvanevropskim krajevima, gdje se govori engleski.

Fahrenheit-ov se dakle toplomjer najviše rasprostranio. No u znanstvene se svrhe **svuda i uvijek** upotrebljava samo Celzijev.

Budući da se živa pri — 32^0 R. smrzne, ne mogu se toplomjerom na živu označivati veoma niske temperature, zato se toplomjeri u takve svrhe pune vinovicom (alkoholom), koja je shodno bojadisana, a ne živom. Vinovica naprotiv nije shodna za mjerenje više temperature, jer se tada nepravilno rasteže i pri $62\frac{1}{2}^0$ R. vri.

Toplomjeri za običnu porabu nemaju potpune ljestvice, već obično do $+ 40^0$ R. $= 50^0$ C. Razdioba se na ovakvim toplomjerima načini po kojem potpunom (normalnom) toplomjeru.

Često moramo stupnjeve R. preračunavati u stupnjeve C. ili F., ili obratno. A to se radi po slijedećim zaključcima.

80^0 R $= 100^0$ C	80^0 R $= 180^0$ F	100^0 C $= 180^0$ F
4^0 R $= 5^0$ C	8^0 R $= 18^0$ F	10^0 C $= 18^0$ F
1^0 R $= \frac{5}{4}^0$ C a	4^0 R $= 9^0$ F	5^0 C $= 9^0$ F
1^0 C $= \frac{4}{5}^0$ R	1^0 R $= \frac{9}{4}^0$ F a	1^0 C $= \frac{9}{5}^0$ F a
	1^0 F $= \frac{4}{9}^0$ R	1^0 F $= \frac{5}{9}^0$ C

Broj Réaumurovih stupanja preračuna se u stupnjeve Celsijeve da se broj R^0 pomnoži sa $\frac{5}{4}$, a u Fahrenheitove, da se broj R^0 nad ledištem pomnoži sa $\frac{9}{4}$ i umnošku pribroji 32. (Zašto?) Kako bi proračunali stupnjeve Celsijeve u Fahrenheitove?

Toplomjeri se upotrebljavaju u stanovima, školama, bolnicama, kupalištima, vrtovima, sušionicama, pivovarama, tvornicama i za znanstvena iztraživanja.

Kako bi našli temperaturu koje tekućine?

Odgov. Kuglicu bi toplomjera turili u tekućinu i držali je tako dugo u njoj, dok se živa ne umiri. — Za ote se svrhe upotrebljavaju posebni toplomjeri i zovu se **kupališni toplomjeri.**

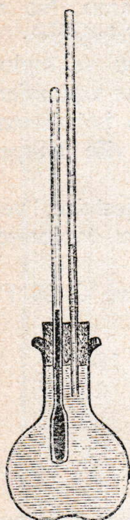
Da označimo temperaturu vanjskoga uzduha, objesit ćemo toplomjer na zid zgrade u hladu, koja je okrenuta prema sjeveru. (Zašto?)

Temperaturu ćemo uzduha u sobi naći, da toplomjer objesimo u sredini sobe između poda i stropa (Zašto?)

Temperatura se čovječje krvi nađe, da toplomjer turimo pod pazuho i nadlakticom toplomjer malo pritisnemo, pa nekoliko minuta tako držimo. Temperatura krvi zdravoga čovjeka je $+ 37^0$ C.

Toplomjer je, veli se, izumio Holandez Drebbl g. 1605., drugi opet misle, da ga je već Galilej g. 1597. izumio.

Vježbe: 1. Koliko će pokazivati toplomjer po Réaumuru u sobi, ako Ceisijev pokazuje $+ 20^0$? **Odgovor**. $20 \times \frac{4}{5}^0$ R $= 16^0$ R. 2. Fahrenheit-ov toplomjer pokazuje $+ 50^0$, koliko je to po C? **Odgovor**. $50-32 = 18$; $18 \times \frac{5}{9}^0$ C $= 10^0$ C. 3. Réaumurov toplomjer pokazuje 30^0, koliko je to F? **Odgovor**. $30 \times \frac{9}{4}^0$ F $= 67{\cdot}5^0$ F; dakle $67{\cdot}5^0 + 32 = 99{\cdot}5^0$ F. 4. Izračunaj koliko je R^0 5^0, 10^0, 30^0, 45^0, 60^0, 100^0 C? 5. Koliko je C^0 4^0, 8^0, 12^0, 36^0, 72^0, 80^0 R? 6. Zašto cjevčica toplomjera mora svuda jednako široka biti? 7. Kako bi proračunali srednju temperaturu dana, mjeseca, godine? 8. Temperatura čovječje krvi je 37^0 C, koliko je to po Réaumuru? 9. Tutija ili cinak se tali pri 228^0 C, a željezo pri 1600^0 C, pri koliko stupanja Réaumura?

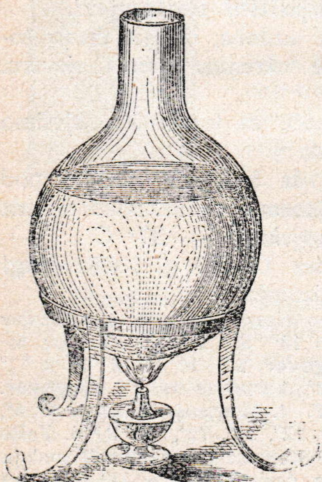

Sl. 37.

4. Rastezanje i strujanje vode (cirkulacija).

Napuni bocu (sl. 37.) do vrha vodom, koja imade običnu temperaturu i začepi bocu dvostruko provrtanim čepom. Kroz jedan otvor provuci toplomjer sa ljestvicom po C., a kroz drugi staklenu cijev i zabilježi na njoj visinu vode. Metni sada bocu u zdjelu, u kojoj je snijeg ili led, opazit ćeš, kako voda u cijevi pada, što je znak, da se voda steže poradi ohlađivanja. Kad se voda tako ohladila, da toplomjer pokazuje 4^0 C., prestala je mahom padati, što više, ona se pri dalnjem ohlađivanju počinje dizati. Živa u toplomjeru padne do 0^0 C., a voda se smrzne. Grijemo li sada ovu smrznutu vodu, to će se otopljena voda stezati, a živa će se u toplomjeru dizati. Od 4^0 C voda će se opet pravilno rastezati, ako je grijemo.

Voda je pri 4^0 C najgušća.

Led imade veći obujam nego voda, od koje je postao. Poradi toga popucaju posude, u kojima se voda smrzne. Isto tako pucaju i pećine, kad se u njihovim pukotinama zimi smrzava voda. Pećine se tada raspadaju na sve manje i manje komade, dok se konačno sasvim ne raspanu. Led je poradi manje gustoće specifično lakši od vode, pa zato pliva na njoj. Ovo je od velike znamenitosti u prirodi! Da nije tako, voda bi se u jezerima i ostalim mirnim vodama za velike studeni do dna zamrzla, pa ni sama ljetna toplina ne bi bila kadra silne naslage leda otopiti. Sve bi životinje, što u vodi žive, poginule. Vode tekućice ne mogu se također do dna zamrznuti, jer kad se voda ohladi do 0^0 C pretvora se u led, a on se diže na površinu i smrzava se u veće gromade, pa onda kao pokrov čuva vodu od studeni.


Sl. 38.

Pod ledom dubokih voda temperatura je vode 4^0 C, pa ne može biti leda na dnu tih voda.

Smrzavica čini, da se tlo na njivama i oranicama raspada, što je od velike koristi. Zašto?

Označi specifičnu težinu leda!

Grijemo li vodu ozdo u staklenoj posudi, (sl. 38.) ugrijat će se najdolnje čestice vode, koje se poradi topline rastežu, dobiju veći obujam, postanu lakše i dižu se prema površini. Hladnije, gušće čestice u isto doba padaju i ugrijavši se opet se dižu.

Tako nastane neko kolanje vodenih čestica iz sredine gore, a ozgo sa strance dolje. Ovo ćemo moći još bolje motriti, ako u vodu metnemo jantarova praha ili drvene piljotine, jer se čestice jantara i piljotine sa česticama vode dižu i padaju.

Ugrijana je voda lakša od hladne, pa se zato u hladnoj diže, dok hladna pada i tako nastane gibanje vode u krivuljama. Isti ćemo pojav opaziti i onda, ako vodu ozgo ohlađujemo.

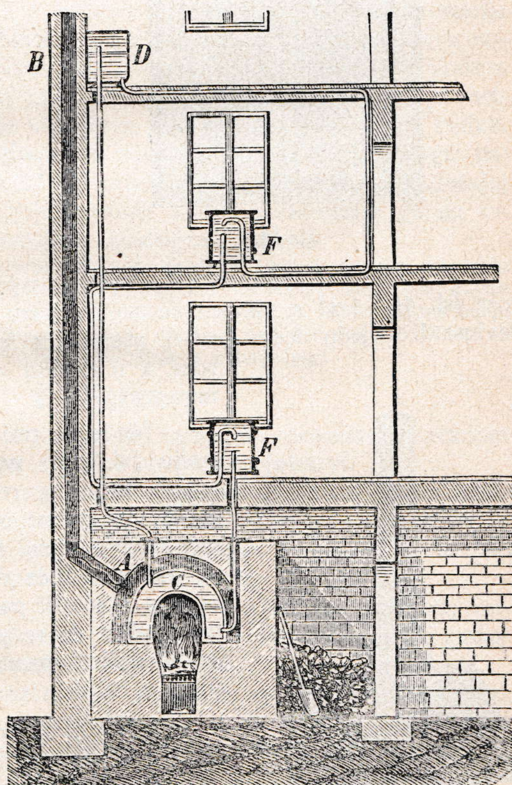
Grijemo li tekućine ozdo ili ih ozgo ohlađujemo, giblju se njihove čestice u krivuljama, a to se zove strujanje ili cirkulacija.

Tekućine se i plinovi strujanjem brzo ugriju, odnosno ohlade. Ovi su pojavi u prirodi znameniti. Kad nastane studen, voda se u jezerima ili ribnjacima ozgo ohlađuje, dok se sva ohladi do 4^0 C. Voda se još i dalje ohlađuje, ali ove su čestice lakše i ostanu na površini, dok se ne smrznu i tako nastane led. Led kao neki pokrov čuva, da se voda jače od 4^0 C ne ohladi, a to je nužno za životinje, koje u njoj žive, da ne poginu.

Na strujanju ili cirkulaciji se osniva loženje (kurenje) stanova toplom vodom. Slika 39. pokazuje, kako je to uređeno. U podrumu se nalazi kotao *C*. Iz njega vodi kod *A* cijev na tavan u posudu *D*.

Iz *D* vode cijevi u posebne peći *F*, *F*, a odavle natrag u kotao. Voda se nalije u posudu *D* na tavanu, koja cijevima dospije do kotla i sve posude i peći napuni. Sve su posude zatvorene.

Ako se sada grije voda u kotlu *C*, strujat će voda iz kotla prema tavanu do posude *D*, a odavle do peći *F*, *F*, i opet natrag u kotao. A i *B* je dimnjak, koji potpomaže promahu u peći, oko kotla.



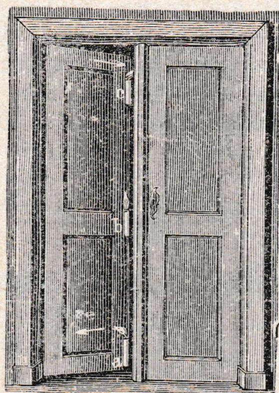
Sl. 39.

Vježbe: 1. Zašto popucaju vodovodne cijevi, kad se voda smrzne u njima? 2. Zašto se pokrivaju zimi kameni spomenici? 3. Zašto

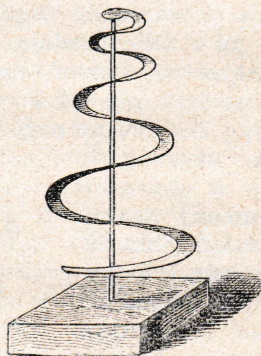
se krše litice? 4. Zašto oremo u jesen i kopamo jame za presađivanje voćaka? 5. Zašto pucaju posude, kad se u njima voda smrzne? 6. Protumači strujanje vode u oceanima. (Golfstrom).

5.) Rastezanje uzduha, promaha.

Promatramo li lagana tjelešca, koja su u blizini tople peći, opazit ćemo, da se ona giblju prema gore. Držimo li laki prutak papira na tankom koncu nad plamenom lampe ili nad toplim štednjakom, dizat će se. Isto će se tako gibati pahuljica perja, paučine i t. d. Dim se diže osovno u vis, u kovačnici se dižu usijane čestice ugljena; kod velikoga požara goreći komadi drva.

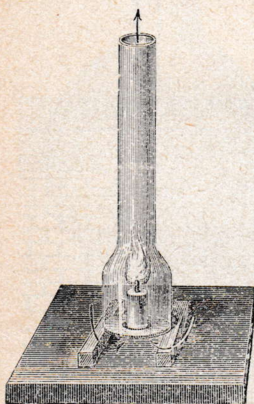


Sl. 40.



Sl. 41.

Otvorimo li vrata između tople i hladne sobe i metnimo svijeću gore (sl. 40.) kod *c*, plamen će svijeće lizati prema hladnoj sobi. Postavimo li svijeću dolje kod *a*, plamen će lizati unutra prema toploj sobi, a u sredini vrata kod *b* bit će plamen miran.



Sl 42

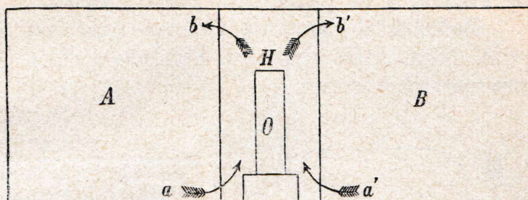
Na toplu peć metni od papira izrezanu zmiju (sl. 41.) na pletenki, zmija će se vrtjeti; ako je gore na pletenki učvrstiš, da se ne vrti, plesat će gore dolje. Preko goreće svijeće metni tuljak (cilinder) od lampe na dva komadića drveta (sl. 42.) i drži nad tuljcem komadić papira ili koju drugu laganu stvar, gibat će se gore dolje; metni taj komadić dolje, opazit ćeš, kako hladan uzduh struji u tuljak.

Ugrijani se uzduh rasteže, postaje lakši, diže se, a na njegovo mjesto dolazi hladan. **Topao je uzduh lakši od hladnoga, s toga se diže, a na njegovo**

mjesto dolazi hladan, time nastaje strujanje (cirkulacija) uzduha ili promaha.

Na strujanju uzduha osniva se Meissnerovo ili centralno grijanje kuća vrućim uzduhom.

U komorici *H* (sl. 43.) je velika željezna peć *O*, kojom valja grijati više soba. Sobe kraj komorice *A* i *B* imaju blizu poda i stropa otvore *a*, *a'*, *b*, *b'*, kojima su s komoricom spojene. Ugrije li se peć *O*, ugrijat će se i uzduh oko nje, koji postavši lakši, diže se i kroz otvore *b* i *b'* struji u sobe *A* i *B*. Iz soba ulazi na dolnje otvore *a* i *a'* hladan uzduh u komoricu, da se ugrije i da opet struji u sobe.



Sl. 43.

Ovako se može grijati s jednom peći više soba. Peć se stavlja obično u podrum. Kod centralnoga je loženja (kurenja) uzduh u sobama suh, što škodi disalima, pa se zato moraju posude s vodom metnuti na peć *O*, ili vlažni zastori kraj otvora *b* i *b'*. Dobro je metnuti i u same sobe posude s vodom, da se što više ovlaži uzduh.

Na pojavu, da je topli uzduh specifično lakši od hladnoga, načiniše braća Montgolfieri g. 1798. prve zrakoplove. Vatra na dolnjoj strani zrakoplova (balona) grije nutarnji uzduh i razređuje ga na toliko, da se balon diže u vanjskom hladnijem uzduhu.

Vježbe: 1. Zašto nastaje promaha, kad otvorimo vrata i prozore od tople sobe? 2. Zašto nas zebe za noge u toploj sobi, kad se otvore vrata od hladne sobe? 3. Zašto je u sobi toplije pri stropu nego pri podu? 4. Koju zadaću imaju tuljci (cilindri) kod lampi? 5. Čemu su visoki dimnjaci kod tvornica? 6. Zašto se dimi u kući bez dimnjaka? 7. Protumači strujanje u dimnjacima!

6. Vjetar.

Ako se uzduh na nekom dijelu zemaljske površine sunčanom toplinom jače ugrije, nastaju uzdušne struje ili **vjetrovi.**

Ugrijani uzduh struji u gornjim slojevima uzdušišta prama hladnijim krajevima, dok u dolnjim struji hladan prema toplijim. Što su veće razlike temperature tih krajeva, to je silnije strujanje, to su jači vjetrovi i traju, dok se temperature ne izjednače.

Vjetrove rasvrstavamo: 1) **po smjeru**; 2.) **po jakosti,** odnosno **brzini**; 3.) **po kakvoći.** Nadalje vjetrovi mogu biti **redoviti** ili **pravilni** i **neredoviti** ili **nepravilni.**

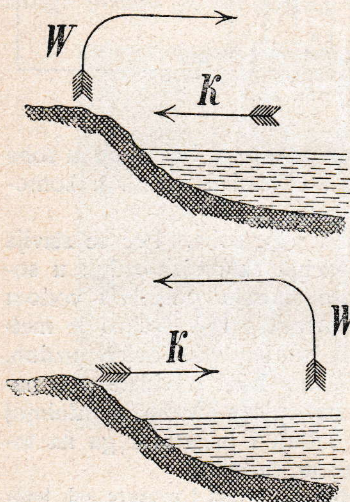
Smjer se vjetrova označuje po stranama svijeta od kuda dušu, n. pr. istočnjak, zapadnjak, sjeveroistočnjak i t. d. Pri tom se služimo **zastavicama** ili **vjeternicama** (Windfahne). I oblaci nam često svojim gibanjem kažu, od kuda vjetar duše.

Jakost ili brzina vjetra je veoma različita. Obični vjetrovi imaju brzinu najviše 15 *m* u sekundi, t. j. taj vjetar baci n. pr. pahuljicu

perja 15*m* daleko u jednoj sekundi. — Oluje imaju brzinu do 40 *m*, a orkani još veću.

Po kakvoći su vjetrovi **hladni** ili **topli** (vrući) i **vlažni** ili **suhi.** — Duše li vjetar iz krajeva, gdje je snijeg ili led, onda je **hladan;** dolazi li iz vrućih krajeva, onda je **topao.** Vjetrovi s mora jesu **vlažni,** a sa pjeskovitih pustara **suhi.**

Redoviti ili pravilni vjetrovi jesu oni, koji uvijek dušu u stanovito doba, dakle redovito. Redoviti vjetrovi jesu **morski** i **kopneni,** zatim pasatni vjetrovi.



Sl. 44.

Morski i kopneni vjetrovi dušu u primorjima. Preko dana duše vjetar s mora (sl. 44.), jer se kopno prije i jače od sunčane topline ugrije nego more, ugrijani se uzduh diže, a na njegovo mjesto struji s mora hladan uzduh; **morski vjetar** (gornja slika.)

U veče se i preko noći kopno prije ohladi od mora, nad morem se diže topli uzduh, a na njegovo mjesto struji sa kraja hladan; **kopneni vjetar** (dolnja slika).

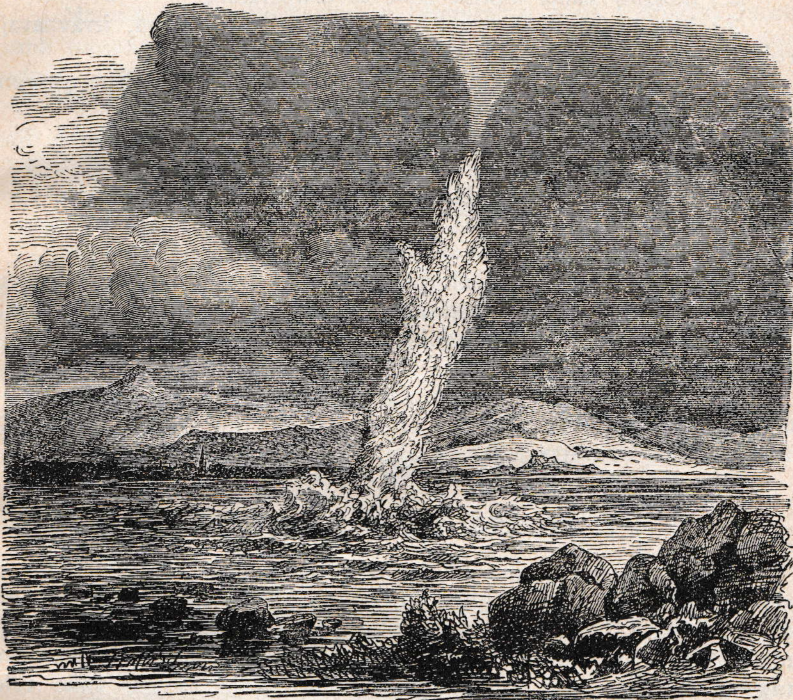
Pasatni vjetrovi nastaju ugrijavanjem uzduha u vrućem pojasu. Uzduh se diže i struji prema sjeveru i jugu; dok u isto vrijeme sa polova struji prema polutniku hladan uzduh. Kad bi zemlja mirovala i ne bi se vrtila oko svoje osovine, duhao bi na sjevernoj poluci neprestano sjevernjak, a na južnoj južnjak. Budući da se zemlja vrti oko svoje osovine i budući da brzina zemaljske površine nije svud jednaka, nego je prema polovima sve slabija, a prema polutniku sve jača, veća, to će vjetar, koji je počeo duhati sa sjevernoga pola, prema polutniku morati zaostajati tim više, što je bliže polutniku, pa duše ponajprije kao sjeveroistočnjak, a na polutniku kao istočnjak. Isto je tako i na južnoj poluci. Vjetar počne duhati s južnoga pola prema polutniku, zaostaje sve jače i jače, duše onda kao jugoistočnjak, a na polutniku kao istočnjak.

Ove uzdušne struje na sjevernoj i južnoj poluci jesu vjetrovi sjeveroistočni i jugoistočni i zovu se **pasatni vjetrovi.**

Ugrijani uzduh na polutniku diže se osovno u vis, pa se u ovoj uzdušnoj struji oslabe pasatni vjetrovi, s toga nastaje **tišina** ili **kalma.** Pojas kalma opseže samo nekoliko stupanja zemaljske širine.

Sukobe li se dvije uzdušne struje protivnoga smjera, onda nastaje **vijavica** ili **vijor.** Mnogi vijori zahvate množinu uzduha, stlače ga i nose na daleko kao uzdušne stupove. Takvi se uzdušni stupovi

zovu **trombe.** Trombe su silne i strašne. Ako se ovaki uzdušni stupovi ili trombe načine nad morem, onda dignu vodu u vis i nose je daleko silnom snagom. Ovaki se pojav zove **pijavica.** (Sl. 45)



Slika 45.

Bura je hladan, suh i osobito jak vjetar, koji duše ponajviše zimi u Jadranskom i Crnom moru, pa sprečava brodarenje i donosi često veliku štetu.

Föhn (čitaj: fên) je vruć i jako suh vjetar, koji s velikom snagom s juga dolazi, pa preko Alpa, Švicarskom i Tirolom struji silnom brzinom. Sve osuši, snijeg i led naglo stopi, pa tako prouzroči silne povodnje, survine i požare.

Sirocco (čitaj: široko) je južnjak, koji preko Italije i Tirola, često do Beča duše.

Solano je vjetar u Egiptu; **samum** u južnoj Španjolskoj; **harmattan** na južnoj međi Sahare u Senegambiji i Guineji.

Vježbe: 1. Po čem ćeš poznati gornje, a po čem doljne uzdušne struje? 2. Nariši vjetrulju! 3. Kako nam koriste vjetrovi? 4. Je li ratarima nužno poznavanje vjetrova? Zašto? 5. Zašto je pri velikim požarima vjetrovito? 6. Koji vjetrovi nijesu zdravi?

7. Prijegled.

1.) Tjelesa, koja u nama uzrokuju osjećaj topline, jesu u **posebnom stanju,** t. j. **u stanju topline.** Uzrok tomu stanju je **toplina.**

2.) Stupanj stanja topline zove se temperatura.

3.) Ako su dva tijela nejednake temperature u dodiru, izravnavaju svoje temperature, t. j. **toplina prelazi.**

4.) Toplina širi, a studen steže sva tjelesa Promjena obujma prema agregatnom stanju kod različitih je tjelesa različita.

a) **Čvrsta** se tjelesa **slabo rastežu,** ali prilično jednoliko. Rastezanje ovisi o tvari dotičnoga tijela.

b) **Tekućine** se **rastežu jače,** ali **nejednoliko,** izuzam žive. Najnepravilnije se rasteže voda. — Ona se pri 4^0 C najjače stegne, a dalnjim grijanjem ili ohlađivanjem rasteže se.

c) Plinovi se najviše, ali vrlo jednoliko rastežu. Povećavanjem topline za 1^0 C dobiju obujam za $\frac{1}{273}$ veći od prečašnjega obujma.

5.) Dizanjem toploga uzduha u hladnijem nastaju **promahe** ili **vjetrovi.**

III. O magnetizmu.

1. Prirodni i umjetni magneti.

Stari Grci poznavahu nekoje željezne rudače, koje privlače iz neke daljine željezne komadiće i drže ih. - U nekim pokrajinama kao u Švedskoj, Norveškoj, Americi i Ugarskoj mogu se naći takve rudače. Takva se rudača zove magnetovac (magnetit) ili **prirodni magnet.** Nazvan tako po gradu Magneziji, gdje su ga, kako vele, najprije našli. — Pospemo li magnetovac (magnet) željeznom piljotinom, opazit ćemo, da se piljotina mjestimice više prihvaća, a mjestimice manje ili ništa. Povučemo li nekoliko puta pletenkom po mjestima, gdje se piljotina najviše prihvatila, dobit će ona sama to svojstvo t. j. privlačit će male komadiće željeza.

Uzrok tomu pojavu jest neka sila, koja se zove magnetična sila ili magnetizam.

Ta se sila dade prenositi shodnim načinom poglavito na čelik i željezo, a slabije na nikalj, kobalt, krom i mangan.

Magnetovac je prirodni magnet, a tjelesa, koja su ovo svojstvo od prirodnog magneta dobila, zovu se umjetni magneti.

Za umjetne magnete uzima se ocao (čelik), kojemu se daje oblik šipke ili potkove.

Objesimo li manju željeznu šipku o konac tako, da se vodoravno na koncu okretati dade, pa se približimo k šipki magnetom, magnet će ju i onda privlačiti, ako između njega i šipke metnemo papir, staklo ili daščicu i t. d.

Magnetizam djeluje i kroz tjelesa, koja smo metnuli između magneta i željeza.

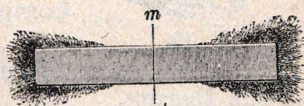
Motrimo li jakost, kojom magnet djeluje na šipku, vidjet ćemo, da je magnetična sila tim slabija, što je magnet dalje od šipke.

Magnetizam djeluje slabije u daljini.

Magneti se upotrebljavaju u tvornicama igala i drugim tvornicama željeza, da zapriječe sitnim česticama, da dođu u oči ili dısala radnika. Poradi toga imaju radnici magnetične krinke, koje meću na oči, usta i nos. Nadalje se upotrebljavaju magneti za rastavljanje kovina n. pr. piljotinu žute mjedi ili bakra od piljotine željeza, za raznolike igračke i u znanstvene svrhe.

2. Polarnost magneta.

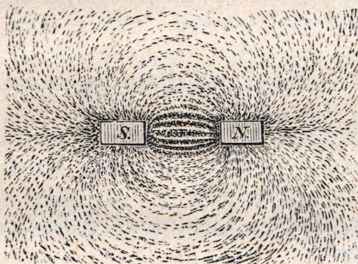
Stavimo magnetičnu šipku (sl. 46.) u željeznu piljotinu, opazit ćemo, da će se piljotine prihvatiti najviše na krajevima magneta. Prema sredini hvata se sve slabije, a u samoj sredini ništa.



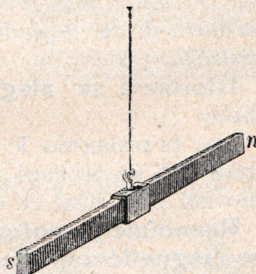
Sl. 46.

Magetična sila u magneta nije svuda jednaka; na krajevima je najjača, a u sredini je nema.

Krajevi magneta, gdje je sila najjača, zovu se poli (krajnici).



Sl. 47.



Sl. 48.

Sredina magneta, gdje magnetične sile nema, zove se **indiferentni pojas.**

Metni na jači magnet ljepenku ili staklenu ploču, pospi je željeznom piljotinom, pa pokucaj po ljepenki, odnosno po staklenoj ploči, piljotina će se poređati u posebne krivulje, koje se zovu **magnetičke krivulje** (sl. 47.)

Objesi magnetičnu šipku na konac tako, da se može slobodno u vodoravnom položaju kretati (sl. 48.), vidjet ćeš, da će se šipka neko vrijeme amo tamo vrtjeti, ali će se konačno umiriti i u neki stanoviti položaj postaviti. Zabilježi ovaj položaj i makni je, opet će se vratiti u isti položaj, makar to koliko puta ponovio. Ako se magnet slobodno u vodoravnoj ravnini kreće, to će se postaviti tako, da jednim krajem

*

pokazuje prema sjeveru, a drugim prema jugu. Pol, koji je okrenut prema sjeveru, zove se sjeverni, a onaj prema jugu **južni** pol.

Ovaj pojav možemo još bolje motriti na **magnetičnoj igli.** (sl. 49.)



Sl. 49.

Magnetična je igla tanka, na oba kraja zašiljena magnetička šipka, koja imade u sredini agatovu (ahat) kapicu, pa se slobodno vrti na ocalnom šiljku u vodoravnoj ravnini. Da lakše uočimo, koji je kraj igle sjeverni, a koji južni, nahukana je sjeverna polovica igle modro, dok je južna svjetla.

Magnetična igla u kutiji sa razdiobom na strane svijeta i na stupnjeve zove se kompas.

Magnetična se igla upotrebljava za snalaženje (orijentovanje) na moru, u rudokopima, a često i velikim šumama.

Približimo li se sjevernim polom magnetičke šipke k sjevernom polu magnetične igle, opazit ćemo, da se sjeverni pol igle odmiče, a južni primiče. Dođemo li južnim polom šipke k južnom polu igle, opet će se odmicati južni pol igle, a primicati sjeverni.

Uzmi dva potkovasta magneta, pa ih sastavi tako, da se dodiraju sjeverni i južni i južni i sjeverni pol, oni će se jako privlačiti. Sastavi ih obratno t. j. da se dodiraju sjeverni i sjeverni, južni i južni, ne će se privlačiti.

Istoimeni se magnetični polovi odbijaju, a raznoimeni privlače.

Ako primaknemo k polu magneta, koji drži komad željeza drugi isto tako jaki ali protivni pol, opast će željezo, ako pak obratno približimo isti pol, držat će oba pola jače željezo.

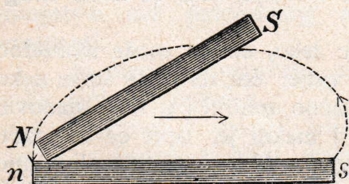
Raznoimeni polovi se slabe, a istoimeni pojačavaju u svom magnetičnom djelovanju.

Svojstvo magneta, da imaju navedene osobitosti, zove se polarnost.

Spomenuli smo u početku, da pletenka postane sama magnetom, ako je po magnetovcu nekoliko puta povučemo.

Veće šipkaste magnete dobit ćemo na slijedeći način:

Postavi čeličnu šipku, koja još nije magnetična na stol (sl. 50.) i metni na kraj šipke ma koji pol magneta i vuci bez jakoga pritiska po šipki do drugoga kraja, zatim se vrati u luku, kako istočkana crta na slici pokazuje. Ovako opetuj nekoliko puta, prema tomu, kako je čelična šipka veća ili manja. Šipka će postati magnetična. Onaj kraj, na kojem smo počeli, isto-



Sl. 50.

imeni je sa polom magneta, dok je drugi kraj protivan. Uzmemo li mjesto čelične šipke šipku od mekoga željeza, opazit ćemo, da ova ne će biti magnetična.

Čelik (ocao, nado) postaje magnetičan, ako po njem dulje vučemo kojim magnetom.

Ovaj se način magnetiziranja zove **magnetiziranje jednostavnim vlakom,** a upotrebljava se za pravljenje slabih umjetnih magneta.

Magnetična se sila slabi, ako po magnetu udaramo, ili njime drmamo; ako komade, koji na njem vise otkinemo; ako magnet zarđa; ako ništa ne privlači, ako ga grijemo, a kad ga usijamo, izgubi magnetičnu silu sasvim. Naprotiv možemo magnet ojačati, ako ga po malo od vremena do vremena opteretimo i to samo do neke stanovite granice.

Magnetična šipka ima istu težinu, koju je i prije kao nemagnetična imala. Iz toga slijedi, da je magnetična šipka u nekom posebnom stanju, u kom prije nije bila i nije joj se dakle nikakva tvar pridodala.

Da magnet ne oslabi, i da svoju silu sasvim ne izgubi, nosi na polovima komad meka željeza, koje se zove **kotvica ili armatura.** Na kotvicu se vješa zdjelica za uteze.

Kotvica ili armatura se ne smije nikada s magneta otkidati, jer se time slabi, već se mora sa strane povlačiti, šipkasti se magneti tako slažu, da nejednaki polovi na jednu stranu dođu (sl. 51.), pa se onda spoje kotvicama.

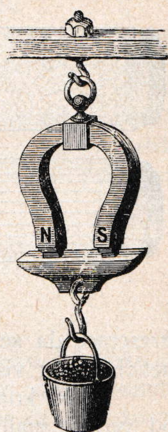


Sl. 51.

Više podkovastih magneta možemo složiti u jedan jači magnet, da metnemo istoimene polove skupa tako, da najdulji dođe u sredinu, a s jedne i druge strane kraći.

Ovako spojeni magneti zovu se **magnetični magacin ili magnetička baterija** (sl. 52.)

Magnetične baterije nemaju snagu, koja bi odgovarala zbroju sila pojedinih magneta, već uvijek nešto manju.



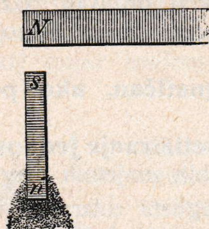
Sl. 52.

3. Magnetična influencija.

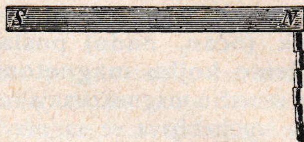
Uzmi jači magnet, postavi ga na stol tako, da mu jedan pol malo preko ruba stola viri. Uzmi sada komad željeza i približi se njim polu, a drugom uzmi zdjelicu, u kojoj je željezna piljotina. Piljotina će se prihvatiti željeza (sl. 53.) Željezo je dakle postalo magnetično. Odmakni sada željezo od magneta, piljotina će popadati. Željezo opet nije magnetično.

Uzmi sada komad čelika i uradi to isto i čelik će biti magnetičan, jer će se i za nj piljotina prihvatiti. Odmakni sada čelik od magneta, piljotina ne će popadati, već je čelik i dalje drži.

Uzmi više komadića mekoga željeza različne



Sl. 53.



Sl. 54.

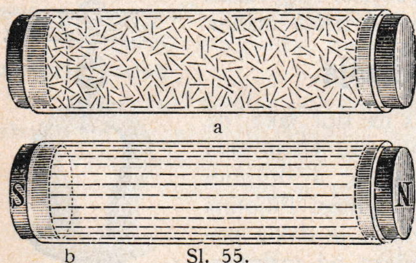
veličine i primakni najprije jedan veći komad k polu magneta, on će ga privući i držati. Uzmi drugi nešto manji i približi se onomu prvom komadu, komad će taj privući ovaj drugi, drugi će treći i t. d. dobit ćeš cijeli niz željeznih komadića, koji jedan drugoga privlači (sl. 54.) Makni prvi komad s magneta, svi će ostali popadati. Uzmeš li mjesto mekoga željeza komadiće čelika, pa ih ostaviš neko vrijeme, da ovako vise, svaki će komadić ostati magnetičan.

Pojav, da magnet u daljini budi u željezu i čeliku magnetizam, zove se magnetična influencija.

Onaj prostor, u kojem magnet pretvora željezo i čelik u magnete, zove se magnetično polje.

Meko željezo postaje prolaznim ili povremenim (temporarnim) magnetom, a čelik trajnim (permanentnim.)

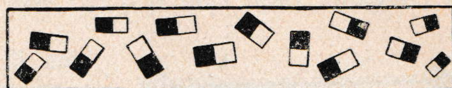
Razkomadajmo pletenku, koju smo načinili magnetom na više komada, uvjerit ćemo se pokusima, (kako?) da je svaki komadić potpuni magnet, da imade sjeverni i južni pol. Ako raskomadamo ove komade još na manje, opet će svaki i najmanji komadić ili čestica biti magnet. Svi su sjeverni polovi čestica na jednoj, a svi južni na drugoj strani položeni.



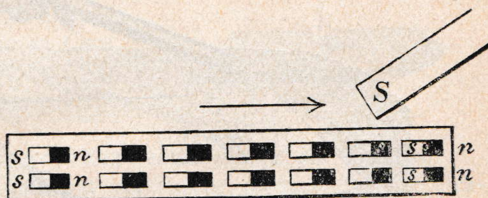
Sl. 55.

Uzmi staklenu cijev, napuni ju piljotinom od čelika i začepi cijev. Piljotina je sva u cijevi pobrkana (sl. 55 a). Metni sada tu cijev među polove jakih magneta t. j. među sjeverni i južni pol, poređat će se piljotina i svaka je čestica magnetična (sl. 55. b). Svi su istoimeni polovi na istoj strani cijevi, cijev je pravi magnet. Čim piljotinu u cijevi stresemo, da se čestice pobrkaju, bit će cijev nemagnetična, jer magnetići nijesu više poređani.

Svaki komad željeza ili čelika možemo misliti, da je sastavljen od veoma malih molekularnih magnetića, koji su rasbrkani, kad komad nije magnetičan (sl. 56. a). Ako bi se ovi mali molekularni magnetići



Sl. 56 a



Sl. 56 b

u željezu ili čeliku uplivom magneta bilo vlakom ili influencijom popoređali, da svi istoimeni dođu na jednu stranu, (sl. 56 b), onda je taj komad željeza ili čelika magnetičan.

Budući da su čestice čelika teško pomične, zato treba da čelik dulje vremena stoji pod utjecanjem magneta, ali zato i ostane magnetičan, jer se čestice ne vraćaju u pređašnji položaj, dok su čestice u mekomu željezu lako pomične, pa se opet lako i vrate u svoj pređašnji položaj, prestane dakle biti magnetično.

Jasno nam je sada, zašto se udaranjem ili grijanjem magnetizam slabi, a zašto u sredini nema magnetizma, a zašto je opet svaki komad magneta potpuni magnet.

4. Prijegled.

1.) Svojstvo nekojih tjelesa, da privlače željezo i željezu srodne kovine, zove se **magnetizam.** Ta tjelesa zovemo magnetima, a magneti su prirodni ili umjetni.

2.) Na svakom su magnetu dva mjesta, na kojima je magnetična sila najjača, a ta se zovu **polovi.** — To svojstvo magneta zove se **polarnost.** Polovi jesu sjeverni i južni.

3.) **Istoimeni** se polovi **odbijaju, a raznoimeni privlače.**

4.) Grijanjem se i udaranjem slabi magnetizam, a usijani gubi sasvim magnetičnu silu. Magnet je to jači, što više radi.

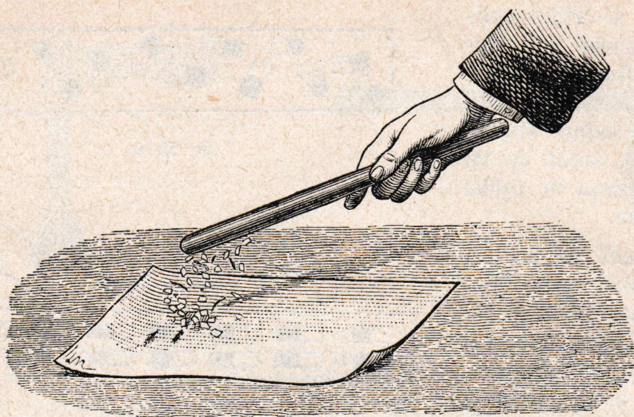
5.) Magnetična se sila budi u mekom željezu samo prolazno, u čeliku trajno. Čelik daje trajne (permanentne) magnete, a meko željezo prolazne (povremene, temporarne).

6.) Svaki magnet pomišljamo, da je složen od samih molekularnih ili elementarnih (početnih) magnetića. U nemagnetičnom stanju čelika ili željeza ovi su magnetići nepoređani, a u magnetičnom su poređani.

IV. O munjini (elektriciteti).

1. Munjevni pojavi.

Natari pečatni vosak, sumpor, jantar, staklenu šipku ili šipku od kaučuka (ebonita) suhom vunenom krpom, i primakni ovako natrtu, n. pr. staklenu šipku malim komadićima papira, šipka će ove komadiće već iz neke daljine privući i čas ih pridržati, pa opet odbiti (sl. 57).



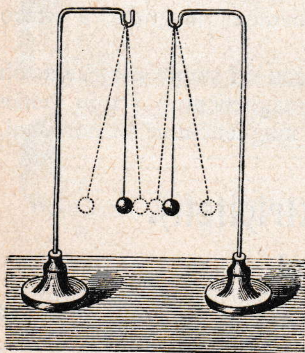
Sl. 57.

Ovaj će pokus još bolje uspjeti, ako staklenu šipku tareš komadom kože, koja je namazana amalgamom (amalgamirana). (Ovaj amalgam je smjesa od 2 dijela žive, 1 dijela kositera i 1 dijela tutije). **Tjelesa, koja druga laka tjelesa iz neke daljine privlače i opet ih odbijaju, zovu se munjevna ili električna.**

Uzrok ovomu privlačenju i odbijanju je sila, koja se zove **munjina** ili **elektriciteta.**

Električno privlačenje i odbijanje bijaše već starim Grcima 600 godina pr. K. poznato. Grci opaziše ovo privlačenje i odbijanje na jantaru (grčki elektron).

Ako staklenu šipku nataremo dobro amalgamiranom kožom i primaknemo je prstu, preskočit će u nj **iskra** uz pucketanje i mi ćemo oćutjeti mali trzaj na mjestu, gdje je iskra preskočila. U mraku svjetluca ovakova šipka, a kad je primaknemo k licu, čini nam se, kao da nam je u paučini. Ponovimo li češće ove pokuse, zamijetit ćemo poseban vonj, sličan vonju fosfora.



Sl. 58.

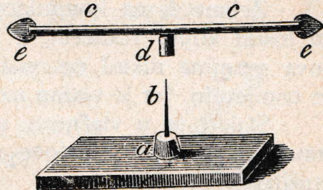
Munjina se pojavljuje uz pojave svjetlosti, zvuka i ine pojave.

Uzmi žice bakrene ili od žute mjedi, savij jedan kraj u luk (sl. 58), a drugi kraj utakni u daščicu, da osovno stoji. Objesi zatim na lučasti kraj bazgovu kuglicu, kroz koju si iglom provukao svilenu nit. Ova jednostavna sprava zove se električno ili **munjevno njihalo,** a upotrebljavat ćemo ga, da se uvjerimo, je li koje tijelo munjevno ili nije.

Još je jedna vrlo osjetljiva, ali jed-

nostavna spravica, koja nam kaže, da li je koje tijelo munjevno ili nije, a načini se ovako:

Uzmi slamku od raži ili zobi *c*, *c* (sl. 59.) 10–12 *cm* dugu, pa u sredini pričvrsti malu kapicu *d* od koljenca slamke pečatnim voskom, a krajeve rascijepi nožićem i utakni od papira izrezane srcolike komadiće *ee*. Ovu slamku natakni kapicom na šivaću iglu, kojoj si ušicu pečatnim voskom pričvrstio na malu daščicu.



Sl. 59.

Ova se spravica zove **munjokaz** (elektroskop) **od slamke.**

Približimo li se dobro natrtom staklenom šipkom kuglici električnoga njihala ili elektroskopu od slamke, kuglica će ili kraj slamke poletjeti k šipki i odbit će se. Ako odmah k njoj primakneš drugu kuglicu, one će se privući, a isto tako i slamka, ako se k njoj prstom približimo, a poslije dodira će se odbiti (vidi sl. 58.)

Munjina prelazi s jednoga tijela na drugo, koje onda samo postane munjevno.

Ovaj se pojav zove munjevno prelaženje ili saopćivanje.

Munjina prelazi dodirom ili iskrom (električna iskra) kroz uzduh s jednoga tijela na drugo.

Za munjevna ili etektrična tjelesa velimo, da su **električno nabita, ili da imanju električan naboj.**

Dotaknemo li se natrtom staklenom šipkom električnoga njihala, kojemu smo svilenu nit ovlažili, opazit ćemo, da kuglica ne će imati električnoga naboja.

Pustiš li električnu iskru na kovnu kuglu, koja je na staklenoj čaši ili na staklenoj nozi, bit će kugla na cijeloj svojoj površini munjevna. Pustiš li pak električnu iskru na staklenu ili smolenu ploču, bit će samo na onom mjestu munjevna, gdje je iskra preskočila.

Dodirni se gornje električne kovne kugle prstom, bit će kugla poslije dodira sasvim nemunjevna, ali ako se dodirneš munjevne staklene ili smolene ploče, bit će samo na onom mjestu nemunjevna, gdje si je dotaknuo.

Tjelesa, koja munjinu lako primaju i na kojima se munjina brzo po cijeloj njihovoj površini raširi, zovu se dobri vodiči munjine ili konduktori.

Najbolji vodiči munjine jesu kovine, nadalje ugalj, tuha, voda, vlažan uzduh, vlažna zemlja, čovječje i životinjsko tijelo i t. d.

Tjelesa, koja munjinu teško primaju i na kojima se munjina slabo ili ništa po njihovoj površini ne širi, zovu se loši vodiči ili izolatori.

Sva slijedeća tjelesa jesu loši vodiči, kad su suha: staklo, smola, svila, kaučuk, uzduh vlasi i t. d.

Imade tjelesa, koja nijesu ni pravi konduktori, ni pravi izolatori. Takva se tjelesa zovu **poluvodiči,** n. pr. drvo, kamen, zidovi.

Tekućine su nekoje dobri, a nekoje loši vodiči; n. pr. voda ili vlaga je dobar vodič, a ulje je loš.

Želimo li na konduktorima munjine sabirati, moramo ih opkoliti lošim kojim vodičem, t. j. moramo ih **izolirati** (osamiti), da njihova munjina nikud ne može. Pokusi munjinom u vlažnom uzduhu ne uspijevaju, jer je vlažan uzduh dobar vodič, pa odvodi svu munjinu. Staklo se u vlažnom uzduhu ovlaži (nahukne), pa s toga moramo sve staklene dijelove na spravama prije pokusa dobro otrti i osušiti.

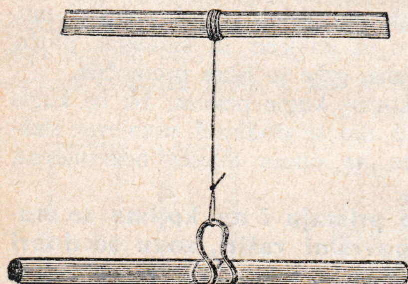
Da plohe tijela postanu lošim vodičem, namažemo ih obično otopinom pečatnoga voska u vinovici ili kojom drugom otopinom, u kojoj imade smole.

Izolatore pretvoramo u dobre vodiče, ako im površinu obložimo dobrim vodičima, n. pr. drvene kugle, staklene šipke ili ploče oblažemo stanijolom, zlatnim ili srebrnim papirom, koji ima naslage kovine.

Vježbe: 1. Čim se razlikuje električno tijelo od magnetičnoga? 2. Zašto prelazi munjina s električnoga tijela žicom, a ne svilom? 3. Zašto stavljamo kovne kugle ili valjke na staklene noge ili ploče? 4. Zašto su munjevne iskre slabe, kad je uzduh vlažan? 5. Zašto vlažno staklo slabo izolira?

2. Vrste munjine ili elektricitete.

Uzmi dva munjevna njihala, kakva smo već prije imali (vidi sl. 58.) i saopći jednoj i drugoj kuglici munjine natrtom staklenom šipkom, kuglice će se poslije dodira staklenom šipkom odbijati. — Ponovi isti pokus šipkom od ebonita, opet će se kuglice odbijati. — Saopćiš li jednoj kuglici munjine sa staklene šipke, a drugoj s ebonitove, kuglice će se privlačiti.


Sl. 60.

Priveži široku kvačicu o svilenu nit, a u kvačicu turi natrtu staklenu šipku (sl. 60.), da se može slobodno vrtjeti. Primakneš li sada drugu natrtu staklenu šipku k ovoj šipci, koja visi na niti, ona će se odbijati. Mjesto staklene šipke, metni u kvačicu natrtu ebonitovu šipku, da visi, šipka će se otklanjati. Ali ako natrtoj ebonitovoj šipki primakneš natrtu staklenu šipku, one će se privlačiti. Isto će biti, ako bi natrta staklena šipka visjela, a k njoj se približili natrtom ebonitovom šipkom.

Iz ovih se pokusa vidi, da su dvije vrste munjine i to: **munjina stakla i munjina smole.**

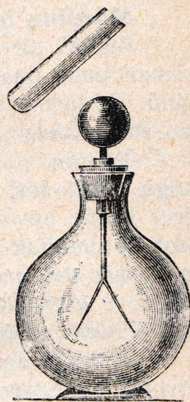
Munjinu stakla označujemo znakom $+E$ (pozitivna elektriciteta), munjinu smole sa $-E$ (negativna elektriciteta).

Ako priopćimo jednoj kuglici (vidi sl. 58.) $+E$, a drugoj istu

množinu — *E*, kuglice će se privući i postat će poslije dodira nemunjevne (+ *E*) — (— *E*) (= *O*).

Jednake se množine pozitivne (+ E) i negativne (— E) munjine uništuju.

Nabijemo li jednu kuglicu jako natrtom staklenom šipkom (+ *E*), a drugu slabo natrtom ebonitovom šipkom (— *E*), kuglice će se najprije privući, a onda opet odbiti; jer obje imaju pozitivnu munjinu (+ *E*).



Sl. 61.

Kuglica, koju smo nabili pozitivnom munjinom, bila je jače nabita od kuglice, koju smo nabili negativnom munjinom; one su se privukle i — *E* se uništila, dok se pri ponovnom dodiru + *E* saopćila i drugoj kuglici. Konačno su obje postale pozitivno munjevne, pa se odbijaju.

Nejednake se množine pozitivne (+ *E*) i (— *E*) negativne munjine uništuju, a preostatak se razdijeli na tjelesa, koja su u dodiru.

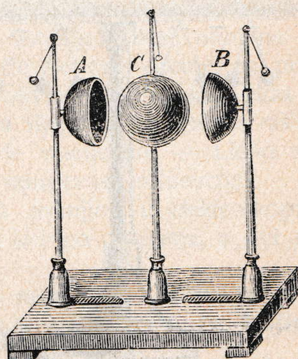
Na pojavu, da se istoimene munjine odbijaju, osniva se munjokaz ili elektroskop po Benetu (1787.)

Benetov se elektroskop (sl. 61.) sastoji u glavnom od kovne odeblje žice, koja na gornjem kraju ima kovnu kuglicu ili ploču, a na dolnjem kraju dva prutasta listića od zlata ili srebra ili staniola i t. d., a mogu biti i od papira ili slame. Sve je to utaknuto kroz čep u bocu, da listići ne budu izvrženi promahi.

Kad se približimo munjevnim tijelom kuglici elektroskopa, listići će se odbijati. (Zašto?)

Prema tome, da li se listići jače ili slabije odbijaju, zaključujemo na veću ili manju množinu munjine. Ako se listići ništa ne odbijaju (razilaze), znamo, da tijelo, kojim smo se približili, kuglici elektroskopa nije munjevno.

Benetov elektroskop ne kazuje samo, da li je tijelo munjevno, nego nam može kazati i kakvu munjinu imade to tijelo. Približimo se elektroskopu kakvim tijelom, a listići se odbijaju, znak je, da je to tijelo munjevno. Dodirnimo tim tijelom kuglicu, da munjina prijeđe u elektroskop, listići će se razmaknuti. Približimo se sada natrtom staklenom šipkom kuglici elektroskopa, pa ako se listići još jače razilaze, znamo da je munjina u elektroskopu pozitivna, a ako se listići sklope sasvim ili od česti, onda je u elektroskopu bila negativna munjina. Zašto? Razjasni ovaj pojav!



Sl. 62.

Ako kovnu kuglu na staklenoj nozi (sl. 62.) nabijemo kojom god munjinom i prikrijemo polukuglama koje dobro pristaju, a imaju drške staklene ili od ebonita, bit će ove polukugle munjevne, a kugla nemunjevna. O tom se možemo uvjeriti, kad polukugle skinemo.

Munjina se sabire samo na površini tjelesa.

Budući da se munjina sabire samo na površini tijela, nije nužno uzimati puna (masivna) tjelesa za sprave, na kojim želimo sabirati munjinu. Ta tjelesa mogu biti šuplja, dapače možemo uzeti i loše vodiče, kao staklo, drvo i t. d., pa im samo površinu prevući stanijolom.

Točnim pokusima pokazalo se, da dva tijela različite površine mogu imati **isti** električni naboj, samo će gustoća munjine biti na tijelu manje površine **veća,** nego na tijelu s velikom površinom. Sabrana munjina na površini nekoga tijela nastoji, da s površine ode, pa s toga tlači na izolatore, n. pr. na uzduh, koji je opkoljuje. Taj se tlak zove **električna napetost.**

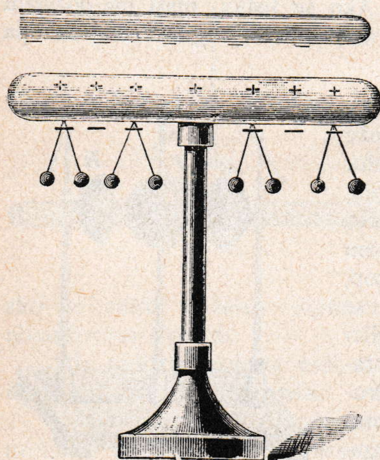
Električna je **napetost tim veća,** što je veća **gustoća** munjine.

Bridasta, uglasta i šiljasta tjelesa imaju najveću napetost na bridovima, uglovima i šiljcima, pa s njih prelazi munjina u okolicu, ako je ona manje munjevna od njih. Naprotiv, ako su takova tjelesa blizu električnoga tijela, upijaju s njih munjinu (djelovanje šiljaka).

Budući da se tjelesa ne mogu posvema izolirati, gube ona uvijek sa svoje površine munjinu. Ovaj je gubitak to veći, što je gustoća munjine veća, što tijelo imade više bridova i šiljaka i što je uzduh vlažniji.

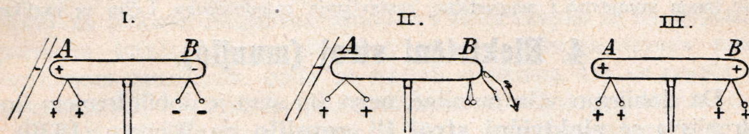
3. Munjevno rastavljanje (influencija).

Uzmi izolirani kovni valjak, koji je dobro na oba kraja zaobljen (sl. 63.) i primakni valjku natrtu ebonitovu šipku, opazit ćeš, da će se mala njihala, koja su na valjku, odbijati. Valjak je postao munjevan radi toga, što si približio natrtu ebonitovu šipku, pa ako primakneš natrtu staklenu šipku, uvjerit ćeš se, da njihala imadu istu munjinu, kao i ebonitova šipka. Odmakneš li ebonitovu šipku, valjak je opet nemunjevan.



Sl. 63.

Kovni valjak imade u istoj množini pozitivne i negativne munjine, koje se uzajamno u svom djelovanju uništuju, one su jedna s drugom kao vezane Primakneš li koje munjevno tijelo, tad munjina primaknutoga tijela rastavi munjine u valjku i valjak bude munjevan. Primakneš li n. pr. negativno munjevno



Sl. 64.

tijelo, negativna će munjina rastaviti munjine u valjku i privući pozitivnu, dok će odbijati negativnu. Naprotiv, da primakneš natrtu staklenu šipku, pozitivna munjina staklene šipke privući će negativnu iz valjka, a odbijat će pozitivnu; valjak je opet munjevan.

Pojav, da nemunjevno tijelo postane munjevnim, kad mu se približi koje munjevno tijelo, zove se munjevno rastavljanje ili influencija.

Ponovi ovaj pokus i dotakni (sl. 64. II.) se valjka prstom, dok je munjevna ebonitova šipka blizu valjka, njihala će se sklopiti.

Ebonitova šipka privlači jedan dio pozitivne munjine i drži je, dok jedan dio slobodne negativne munjine možeš prstom odvesti. U valjku je sada samo vezana pozitivna munjina, pa zato su se njihala sklopila. Nu čim šipku odmakneš, njihala se opet odbiju (sl. 64. III.)

Ako je privlačivost između negativne munjine na šipci i pozitivne na valjku dosta velika ili ako šipku primaknemo bliže, spojit će se obje munjine kroz uzduh uz slabi prasak i možebit iskru, a njihala će se sklopiti, ali će se odmah i rasklopiti.

Negativna se munjina ebonitove šipke s pozitivnom od valjka spojila, a napetost je popustila, jer se preostala negativna munjina raširila po cijelom valjku, pa su se s toga njihala najprije sklopila, a onda opet raširila.

Promatramo li ovaj pojav površno, čini nam se, kao da munjina sa šipke prelazi na valjak, pa se s toga često i govori o saopćivanju munjine, ali to je pogrješno, jer se munjine najprije rastave, a onda izjednače. Prije saopćivanja najprije je rastavljanje.

Da munjevno tijelo privlači nemunjevno, uzrokom je također rastavljanje ili influencija. Munjevno tijelo rastavlja naime munjine u nemunjevnom tijelu, koje su spojene ili među sobom vezane, pa privlači sebi protivnu, a odbija istoimenu. Protivna munjina kao bliža i privučena spoji se sa munjinom munjevnoga tijela, a slobodna se raširi po nemunjevnom tijelu, pa i ono sada bude munjevno. — Listići se n Benetovu elektroskopu rastavljaju poradi munjevne influencije.

Primaknuto munjevno tijelo rastavlja munjine u elektroskopu, veže protivnu, a odbija istoimenu, koja se širi po listićima, a ovi se odbijaju.

I kod trenja dvaju tijela munjevno je rastavljanje. Jedna se munjina sabire na tijelu, **koje taremo,** druga se sabire na tijelu, **kojim taremo.**

Prirodno se, t. j. munjevno stanje tjelesa označuje $\pm$ E. Zašto?

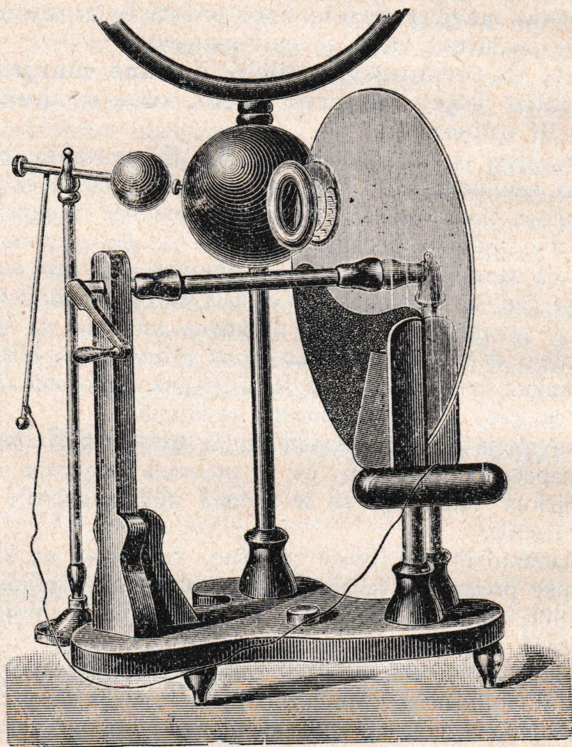
Vježbe: 1. Zašto munjina laka tjelesa iz neke daljine privlači, pa ih odbija? 2. Što imaju munjevno i magnetično rastavljanje zajedničkoga, i čim se razlikuju?

4. Električni stroj (munjilo).

Da dobijemo više munjine, nego što smo je dobili trenjem šipke, upotrebljava se **električni stroj ili munjilo** po Winteru (1830).

Glavni dijelovi Winterova stroja jesu:

1.) **Staklena ploča** (sl. 65.), koja se s pomoću ručice vrti oko vodoravne staklene osovine. 2.) **Tarila** su dva kožnata amalgamirana



Sl. 65.

jastučića, koji stoje na staklenoj nozi, a te jastučiće pritištu na staklenu ploču pruživa pera. 3.) **Konduktor** je šuplja kovna kugla na staklenoj nozi. Kovna kugla ili konduktor ima još dva drvena koluta s kovnim šiljcima na unutrašnjoj strani.

Ploča postaje okretanjem pozitivno munjevna, a tarila negativna. Pozitivna munjina na ploči dolazi do šiljaka u drvenim kolutima i rastavlja influencijom munjinu u šiljcima i konduktoru. Negativna munjina u šiljcima uništuje pozitivnu u staklenoj ploči, a odbija pozitivnu

u šiljcima i drvenim kolutima, pa se pozitivna sabire na konduktoru i upotrebljava za pokuse. Negativna munjina s tarila skuplja se na valjkastom negativnom konduktoru i odvodi u zemlju. Ako se izvode pokusi s negativnom munjinom, onda se odvodi pozitivna. Da se pojača djelovanje munjila, meće se na pozitivni konduktor još drveni obruč. — Da munjina ne odlazi sa staklene ploče u uzduh, obložena je s ovoštenim platnom s jedne i druge strane od tarila do blizu koluta.

Da dobijemo što veće i dulje iskre s pozitivnoga konduktora, uzima se još i **munjevni izbijač** (u slici lijevo) i spaja s negativnim konduktorom.

Prva su munjila pravili u Njemačkoj polovicom prošastoga stoljeća. Otto Guericke (Gerike) u Magdeburgu načinio je g. 1650. munjilo, uzevši sumpornu kuglu, koju je vrtio na osovini i tr'o dlanovima.

5. Djelovanje munjine.

a) Učinci svjetlosti.

Ako vrtimo staklenu ploču munjila, pa se prstom ili kojim drugim dobrim vodičem približimo konduktoru, preskočit će **iskra** (sl. 66).

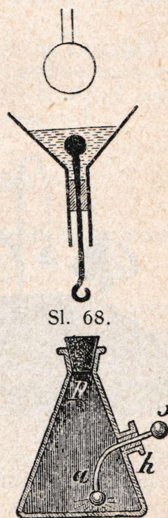
Ako dobar vodič munjine isprekidamo lošim vodičima, onda ćemo dobiti čitav niz munjevnjh iskara, kao na pr. na **briljantnom stupu** (sl. 67. **briljantnoj kugli** ili **briljantnoj ploči.**



Sl. 66.



Sl. 67.



Sl. 68.

Sl. 69.

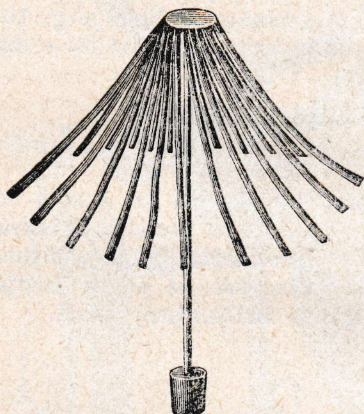
Ove se sprave načine tako, da se komadići stanijola prilijepe u malom razmaku na staklenu cijev, kuglu ili ploču.

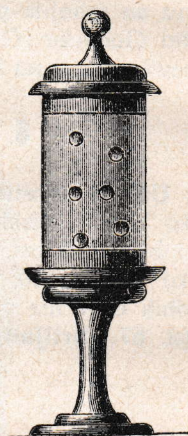
Stavimo li na konduktor kovni šiljak, vidjet ćemo na šiljku u tmini **snop munjevnih zraka.**

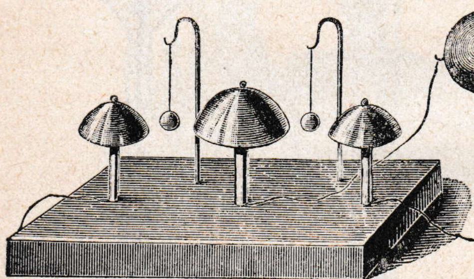
Vodimo li munjevnu iskru u staklenu cijev, u kojoj je uzduh razrijeđen, onda će sva cijev sjati **svjetlo-ljubičasto;** iskra je u takovim cijevima dulja nego u običnom uzduhu. Osobito su lijepi učinici svjetlosti u cijevima, u kojima su različito razrijeđeni plinovi. Ovakove se cijevi zovu **Geisslerove cijevi.**

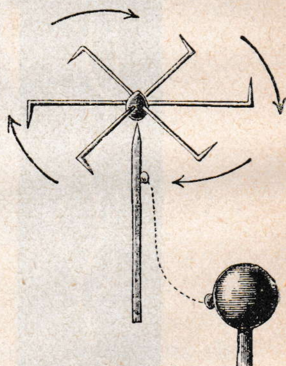
b) Učinci topline.

Munjevna iskra zapaljuje lako zapaljive stvari, kao sumporo-ugljik, etir, benzin, vinovicu i t. d. (sl. 68.). Nadalje upali plin praskavac, rasvjetni plin u **munjevnim pištoljama** ili **topovima** (sl. 69.).


Sl. 70.


Sl. 71.

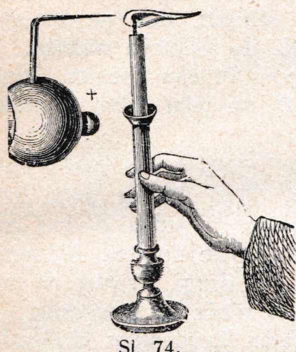

Sl. 72.


Sl. 73.

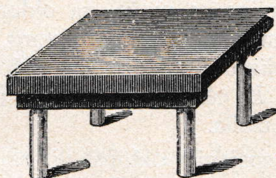
c) Mekanički učinci.

Primaknemo li konduktoru laka tjelesa, on će ih **privući** i opet **odbiti.** Munjevna iskra **probuši** papir, staklo i t. d. Na privlačenju i odbijanju lakih tjelesa osnivaju se različne igračke, n. pr. **čuperak papira** na drvenom štapu (sl. 70.), **munjevna tuča** (sl. 71.), **munjevno**

zvonjenje (sl. 72.), **munjevno kolo** (sl. 73.) i t. d. Plamen se svijeće naginje na stranu, ako je primaknemo konduktoru (**munjevni vjetar**) (sl. 74.).



Sl. 74.



Sl. 75.

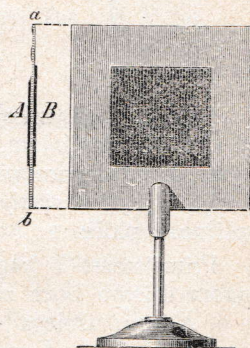
d) Fizijološki učinci.

Ako munjevna iskra preskoči na naše tijelo, osjetimo na onom mjestu mali trzaj. Taj će trzaj biti veći, ako se držimo jednom rukom negativnoga konduktora, a drugom se primaknemo pozitivnom (**munjevni udarac**). Metnemo li žicu na jezik, koja je spojena s pozitivnim konduktorom, osjetit ćemo **kiselasti okus.** Stanemo li na izoliranu klupčicu (sl. 75.) i prihvatimo se rukom konduktora, postat će cijelo tijelo munjevno i moći ćemo iz njega dobiti munjevne iskre, kao s konduktora. Vlasi se naježe i dižu kao čuperak papira; bazgove kuglice ili odresci papira odskakuju s dlana i t. d.

Vježbe: 1. Zašto se čuperak papira diže, kad ga stavimo na konduktor munjila? 2. Zašto odskakuju kuglice s dlana osobe, koja stoji na stolčiću za izolaciju, a drži se konduktora? 3. Protumači munjevnu tuču, zvonjenje! 4. Zašto moramo stati na izoliranu klupčicu, ako hoćemo, da nam tijelo bude munjevno?

6. Sprave za sabiranje munjine.

Na plohama nekojih sprava možemo veću množinu munjine nakupiti i munjinu pojačati. Takove sprave jesu: **Franklinova ploča** i **Leydenska boca.**



Sl. 76.

1.) **Franklinova** (Sjeveroameričanin Franklin g. 1751.) je **ploča** oveća staklena ploča *a b* (sl. 76.), koja je s obje strane olijepljena stanijolom *A B* 4—5 *cm* od ruba. Neolijepljeni krajevi ploče namazani su otopinom koje smole (n. pr. šelaka), da stanijol bude bolje izoliran.

Primaknemo li oklop ploče *A* pozitivnomu konduktoru, nabit će se $+E$, koja djeluje kroz staklenu ploču na oklop *B* rastavljajući u njemu munjine. $+E$ veže $-E$

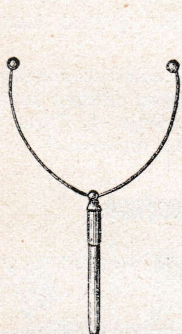
oklopa B, a odbija $+ E$, koja se odvodi pripojenom kovnom vrpcom s oklopa B. $+ E$ je na oklopu A neku množinu $- E$ vezala na oklopu B, pa može ponovo novu množinu $+ E$ primiti, koja će se opet vezati s $- E$ oklopa B, a odbijati $+ E$.

Munjina se može na oklopima dotle sabirati, dok ne dosegne napetost munjine na konduktoru. Tad se veli, da je ploča **nabita.**

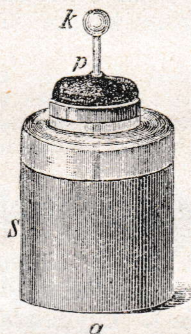
Spojimo li oklop A s oklopom B žicom ili čim sličnim, spojit će se $+ E$ oklopa A sa $- E$ oklopa B uz jaku iskru i prasak. Ploča se izbila.

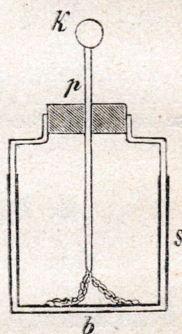
Za spajanje oklopa ili za odapinjanje Franklinove ploče upotrebljava se munjevni **izbijač** (otponac) (sl. 77.). To su dvije žice, koje su lučasto sastavljene u koljeno, da se mogu jedna drugoj primaknuti i odmaknuti, a na krajevima žice su male kuglice. Metnemo li jednu kuglicu na jedan oklop, a drugu na drugi, vrcnut će munjevna iskra, t. j. $+ E$ se spojila sa $- E$, i ploča se izpraznila

2.) **Leydenska boca** (Cuneus u gradu Leydenu u Hollandiji g. 1746.) nije ništa drugo, već savita Franklinova ploča. Nutarnja je i vanjska površina boce ili velike čaše (sl. 78.) olijepljena stanijolom do nekoliko centimetara od ruba. Kroz poklopac **p** provučena je odeblja žica od žute mjedi s kuglicom na gornjoj strani, a dolje je lančić ili kovno pero, koje dodira unutrašnji oklop.



Sl. 77.





Sl. 78.

Ako je boca uskoga grljka, da se ne može unutrašnja ploha boce obložiti stanijolom, dovoljno je, da bocu do $1/3$ napunimo željeznom ili mjedenom piljotinom ili komadićima stanijola. Dio boce, koji nije olijepljen stanijolom, namaže se otopinom smole, kao i kod Franklinove ploče.

Primaknemo li kuglicu boce k pozitivnom konduktoru munjila, a rukom držimo bocu za vanjski oklop, spajat će se $+ E$ konduktora sa $- E$ unutrašnjega oklopa, a $+ E$ će vezati $- E$ izvanjega oklopa, dok se $+ E$ izvanjega oklopa rukom odvodi. Djelovanje je dakle isto, kao i kod Franklinove ploče. Boca se može kao i Fran-

klinova ploča ispražnjivati izbijačem. Ako bocu držimo u ruci, a primaknemo se prstom kuglici, oćutjet ćemo munjevni udarac. Jaki udarci uzrokuju u čovječjem tijelu bacanje krvi i kljenut.

7. Munjina buđena doticajem.

(Galvanizam).

Uzmi dvije dobro izglađene ploče, jednu od tutije (cinka), a drugu od bakra s dršcima od stakla ili ebonita i pritisni uglađene plohe jednu na drugu, pa ih nakon toga paralelno rastavi, imat će tutija $+ E$ a bakar $- E$, o čem se možeš uvjeriti dobrim elektroskopom. (Voltin pokus).

Ulij u čašu vrlo razrijeđene sumporne kiseline i turi u nju prutak tutije, imat će kraj izvan kiseline $- E$. Isto će tako biti i s bakrom. Metni tutiju i bakar u istu kiselinu, imat će tutija $- E$, a bakar $+ E$.

Doticajem različitih kovina budi se munjina ili galvanizam.

Talijanski liječnik Galvani opazio je g. 1789. prvi pojave munjine buđene doticajem, ali njegov savremenik Volta je ove pojave proučio i pravo ih je protumačio.

Uzrok munjini, koja nastaje doticajem različitih dobrih vodiča, jest sila, koja se zove **elektromotorna ili munjobudna sila** (napetost), a sama tjelesa, na kojim se munjina budi, zovu se **elektromotori ili budiči munjine.**

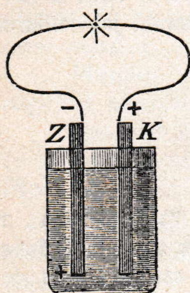
Najznamenitiji budiči munjine jesu: tutija, olovo, kositer, željezo, bakar, srebro, zlato, platina i ugalj. Elektromotorna sila rastavlja u elektromotorima njihovu prirodnu munjinu tako, da se n. pr. kod Voltinoga pokusa na tutiji sabire $+ E$, a na bakru $- E$ u istoj množini. Poradi uzajamne privlačivosti munjine se sabiru na površini ploča, ali se spojiti ne mogu radi djelovanja elektromotorne sile, nego se vežu tako dugo, dok ploče ne rastavimo.

Elektromotori ili budiči munjine mogu biti čas $+ E$ čas $- E$, prema tomu, koji su spojevi.

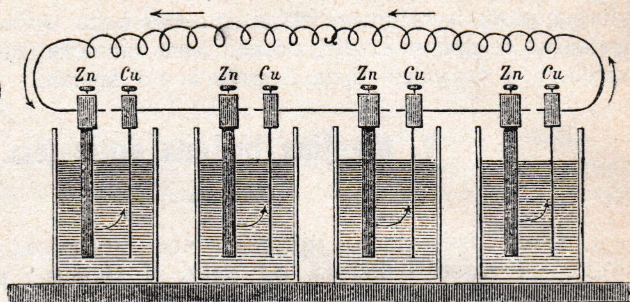
8. Voltin članak (element) i galvanska struja.

Metnemo li ploču od tutije Z i ploču od bakra K u veoma razrijeđenu sumpornu kiselinu (sl. 79.) ali tako, da se ne dotiču, imat će kraj tutije izvan kiseline $- E$, a kraj bakra $+ E$. Pričvrstimo li na krajeve ploča bakrenu žicu, pa krajeve žice primaknemo, da se dotiču, opazit ćemo malu iskru; isto bude, kad se žice rastavljaju. Mjesto tutije i bakra možemo uzeti i druge budiče munjine. Pojav će biti isti, ali u različitom stupnju.

Dva različita munjevna budiča s tekućinom, koji daju munjinu, zovu se u opće galvanski članak ili element.



Sl. 79.

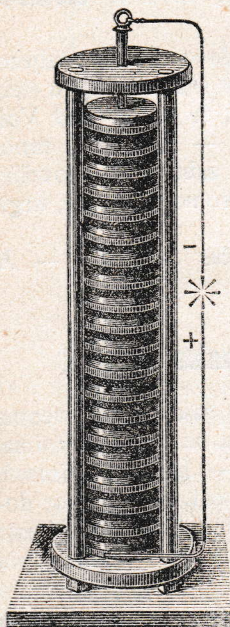


Sl. 80.

Voltin je element sastavljen od tutije i bakra u razrijeđenoj sumpornoj kiselini. Pozitivni kraj bakra zove se **pozitivni pol** (+ *P*), a negativni kraj tutije **negativni pol** (— *P*). Žica, koja spaja polove, zove se **žica sastavljačica** ili **žica polova.** Ako su žice spojene, velimo, da je članak ili element **zatvoren** ili u **spoju.**

Spojimo li više Voltinih članaka (sl. 80.) tako međusobno, da se tutija jednoga članka spoji sa bakrom drugoga članka i t. d., opazit ćemo, da je munjevna napetost na polovima veća i da će iskra tada biti veća. Po plinu, koji se razvija u člancima, vidimo, da je tu veća sila, da je veća množina munjine.

Više galvanskih članaka, spojenih u jedan članak, zove se složeni članak ili galvanska baterija.



Sl. 81.

Naslažemo li na staklenu ploču (sl. 81). više ploča tutije i bakra jednu na drugu tako, da između svakoga para tutije i bakra dođe debela suknena krpa ili klobučina (Filz) nakvašena vrlo razrijeđenom sumpornom kiselinom ili otopinom kuhinjske soli, onda ćemo dobiti **Voltin stup.** Od doljne pozitivne ploče bakra i od gornje negativne ploče tutije vodi bakrena žica sastavljačica.

Munjine buđene doticajem tutijine i bakrene ploče, a rastavljene tekućinom u krpi, teže, da se spoje, ali ih drži elektromotorna sila. Čim pak spojimo žicu sastavljačicu, spajaju se kroz tekućinu jedna s drugom, t. j. pozitivna bakra s negativnom tutije i obratno pozitivna tutije i s negativnom bakra. Nastaje dakle kolanje $+ E\ k - E$ i obratno $- E\ k + E$, a to se kolanje zove **galvanska ili električna struja.**

Budući da elektromotorna sila djeluje

neprestance, rastavlja se munjina neprestance u pločama, dok se kovine ne istroše.

Budući da su i kemički učinci uzrokom, da se munjina pojavljuje na budičima munjine, s toga se može mjesto razrijeđene sumporne kiseline uzeti i koja druga tekućina n. pr. kromova kiselina, rastopina nišadora (salmijaka) i t. d. i k tomu shodni vodiči munjine, ali uvijek tako, da tekućina razjeda dotičnu kovinu.

Kada se govori o galvanskoj struji, razumijeva se uvijek struja pozitivne munjine k negativnoj.

Galvanska ili električna struja ima iste pojave kao i munjina buđena trenjem, ali budući da galvanska struja daje trajnu i neprekidnu množinu munjine, prikladnija je nego munjina buđena trenjem za mnoge učinke kao n. pr. za električno svjetlo, brzojave i t. d.

9. Prijegled.

1.) Sva tjelesa postaju trenjem munjevna, t. j. mogu laka tjelešca **privući,** a onda **odbiti.**

2.) Sprava, koja nam kaže, je li koje tijelo munjevno, zove se **munjokaz** ili **elektroskop.**

3.) Munjine ima dvije vrste **pozitivne** (+ E) **negativne** (— E).

4.) **Raznoimene** se munjine **privlače,** a **istoimene** se **odbijaju.**

5.) Tjelesa, koja munjinu lako primaju i lako je provode, zovu se **dobri vodiči,** a ona, koja munjinu teško primaju i teško ju provode, zovu se **loši vodiči munjine.**

6.) Munjina se sabire na površini tjelesa. Munjina sabrana na površini tijela dade se dobrim vodičem odvesti u zemlju i zove se **slobodna ili nevezana munjina.**

7.) Munjina na šiljcima prelazi u uzduh; zato se munjina ne može sabirati na šiljcima.

8.) U blizini se raznoimene munjine slabe; one se privlače, pa se ne mogu pojedince odvoditi. Takve se munjine zovu **vezane.**

9.) Svako je tijelo od prirode munjevno, t. j. svako ima u istoj množini pozitivne i negativne munjine (± E), koje se međusobno potpuno vežu i uništuju, pa su toga radi bez djelovanja.

10.) Ako se nemunjevnom tijelu primakne munjevno, onda ono rastavlja munjinu u nemunjevnom i privlači (veže) protivnu, a odbija istoimenu (slobodnu) munjinu. Ovaj se pojav zove **munjevno rastavljanje** ili **električna influencija.**

11.) Sprave, koje se osnivaju na električnoj influenciji, jesu: **Franklinova ploča i Leydenska boca.**

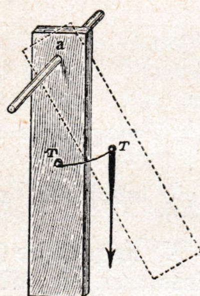
12.) Sprava, koja kemičkim putem budi munjinu, zove se **galvanski elemenat,** a munjina **galvanska** ili **galvanizam.**

V. Mehanika.

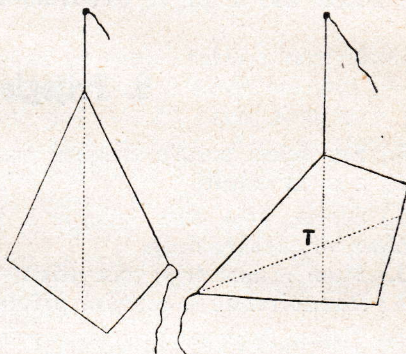
A. Ravnotežje čvrstih tjelesa.

1. Težište; vrste ravnotežja.

Uzmi daščicu, koja imade pačetvorinasti oblik ili vezanu knjigu, i kušaj je osovnim nešto zašiljenim štapićem poduprijeti, naći ćeš konačno točku, u kojoj će poduprta daščica ili knjiga mirovati, t. j. daščica je ili knjiga u ravnotežju. Pomakneš li samo malo daščicu na štapiću, onda će jedan kraj prevagnuti i ona će pasti. Čini se, kao da je u toj točki, u kojoj smo daščicu ili knjigu poduprli, usredotočena sva težina daščice, odnosno knjige.



Sl. 82.



Sl. 83.

Točka, u kojoj tijelo valja poduprijeti da ne padne, zove se težište.

Provrtaj gornju pačetvorinastu daščicu blizu kraja (sl. 82.) u *a* i provuci vodoravno štapić, da se daščica lako oko njega može vrtjeti; daščica će samo onda mirovati, kada središte *T* stoji osovno ispod potporne točke (potporišta) *a*, t. j. kada je težište najniže.

Težište svakoga tijela nastoji, da zauzme što niži položaj.

Kod pravilnih i istovrsnih tjelesa težište je u sredini tijela n. pr. kugle, kocke, stupa, valjka i t. d. Kod tjelesa, koja nijesu od iste tvari, težište je bliže težoj tvari.

Kod nepravilnih se tjelesa nađe težište, da se tijelo vješa u dva ili tri različita smjera (sl. 83.). Gdje se ti smjerovi u tijelu križaju, tamo je težište.

Oduzimanjem ili dodavanjem tvari, ili ako tijelo spojimo s drugim tijelom, mijenja se tijelu težište.

Tjelesa nijesu uvijek učvršćena u težištu. Ako je potporište povrh težišta, tad velimo, da tijelo **visi.** Ako je pak potporište ispod težišta, tad tijelo **stoji** ili **leži,** t. j. ono je podbočeno ili poduprto.

Uzmi daščicu (vidi sl. 82.) i malo je podigni, ona će se nakon nekoliko njihaja opet vratiti u svoj pređašnji položaj i ostat će u tom položaju.

Tijelo je u stalnom ili stabilnom položaju, kada mu je težište ispod potporišta.

Digni daščicu tako visoko (sl. 84.), da joj težište *T* dođe nad potporište, nastat će opet neko ravnotežje, ali će se daščica odmah vratiti u svoj pređašnji položaj, čim je samo malo pomakneš.

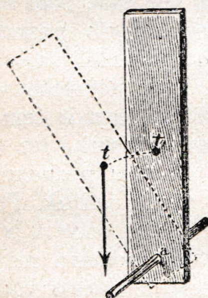
Tijelo je u padljivom ili labilnom položaju, kad mu je težište nad potporištem.

Provrtaj daščicu u samom težištu, i provuci kroz težište vodoravno šipku (sl. 85.). Daščica će biti u svakom položaju u ravnotežju.

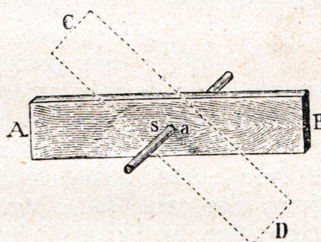
Tijelo je u nepromijenljivom ili indiferentnom položaju, ako mu je potporište u samom težištu.

Vrste položaja kao i položaj samoga težišta od velike je znamenitosti kod građevina i strojeva. N. pr. kod zidova, tornjeva, zamašnjaka, osovina i t. d. Spojimo li tijelo s drugim, može mu se promijeniti labilni položaj u stabilni; n. pr. svijećnjaci se ispunjavaju olovom, prazni brodovi natovare kamenom, da stalnije plove i t. d. Na težištu i različnim položajima osnivaju se različne igračke. n. pr. Kolumbovo jaje, čaše i lutke, koje se same usprave, kad ih polegnemo i t. d.

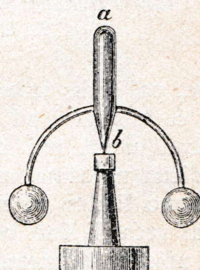
Vježbe: 1. Koji položaj ima slika, koja visi? 2. Koji položaj ima motka, koju smo na dlanu osovili? 3. Zašto stoji čunj *a b* (sl. 86) na vrhu *b*? 4. Zašto stoji teška svjetiljka stalnije od lakše?



Sl. 84.



Sl. 85.

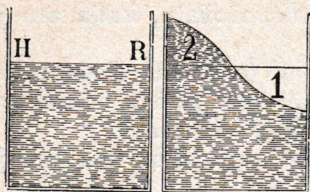


Sl. 86.

B) Ravnotežje tekućina.

1. Površina tekućina i tlak na dno.

Turi ruku u vodu ili žestu, moći ćeš lako po vodi ili žesti rukom amo tamo micati na sve strane, jer se čestice veoma lako razmiču. Površina je s toga vode ili koje druge mirne tekućine **ravna**, a točnim se mjerenjem našlo, da je površina mirne tekućine **vodoravna** ili **horizontalna** (sl. 87.). Nagneš li posudu s vodom, ostat će površina vodoravna, uskomešaš li vodu u posudi (sl. 88.), čestice će se vode poradi veoma lakoga razgađanja opet povratiti u svoj pređašnji vodoravni položaj.



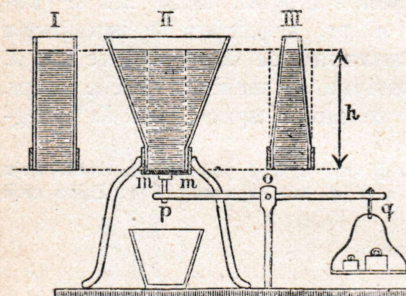
Sl. 87. Sl. 88.

Površina je tekućinâ, kada su mirne u posudama, vodoravna ili horizontalna.

Tekućine, koje imaju veliku površinu, kao n. pr. more, primaju oblik zemlje; one se zaobljuju, jer su takove površine česti zemaljske kugle, a sila teže privlači sve čestice prema zemaljskom središtu.

Svaka čestica tekućine ima svoju težinu, pa će poradi toga čestice, ako su u posudama, pritiskati nekom silom na dno posude.

Pritisak tekućine na dno posude zove se tlak na dno.



Sl. 89.

Da označimo tlak tekućina na dno, upotrebljavamo Paskalovu vagu (sl. 89.). Na stalku je pričvršćena mala valjkasta posuda s pomičnim dnom *m n*. Pomično je dno spojeno s polugom *p q*, koja se vrti oko osi *o*. Na kraju *q* je zdjelica za uteze. Na pomenutu malu valjkastu posudu dadu se prišarafiti posude I, II, III, različitoga oblika bez dna. Ako nalijemo u jednu od tih posuda, koju smo prije prišarafili na valjkastu posudu, vode do neke visine, pa onda izravnamo težinu vode utezima u zdjelici, opazit ćemo, da će u svakoj od ovih triju posuda voda biti u istoj visini i ne će trebati uteza, niti dodavati niti oduzimati, makar da je u posudama različita množina vode. Tlak je vode dakle na dno uvijek jednak. Povećamo li dno ili nalijemo više vode, dakle, ako je visina vode u posudi veća ili dno veće pljoštine, bit će veći i tlak; jer moramo uteze na zdjelicu primetnuti, da nastane ravnotežje. Uzmemo li mjesto vode koju drugu tekućinu, pojav će biti isti, samo što će onda poradi teže tekućine biti veći, a poradi lakše tekućine, manji tlak na dno.

Tlak tekućine na vodoravno dno nije ovisan o obliku posude ili množini tekućine, već samo o veličini dna posude, o visini i specifičnoj težini tekućine.

Ako pobliže promotrimo, uvjerit ćemo se, da je tlak na dno u valjkastoj posudi I. jednak **težini** kapljevine u posudama II. i III. Težina pak kapljevine u valjkastoj posudi jednaka je umnošku obujma (umnožak osnovke i visine) sa specifičnom težinom dotične tekućine.

Tlak na dno jednak je umnošku veličine pljoštine dna, visine i specifične težine tekućine.

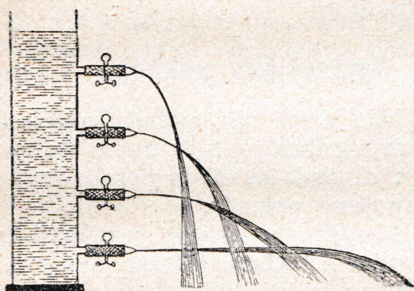
Prema gornjemu opažanju može se malom množinom tekućine izvoditi veliki tlak i obrnuto.

Vježbe: 1. Kolik je tlak na dno u posudi, koja imade oblik stupa s plještinom dna od 1·3 m^2, a visinu vode 1·2 m? 2. Koliki je tlak žive na 1 cm^2, ako je stupac žive visok 76 *cm*.

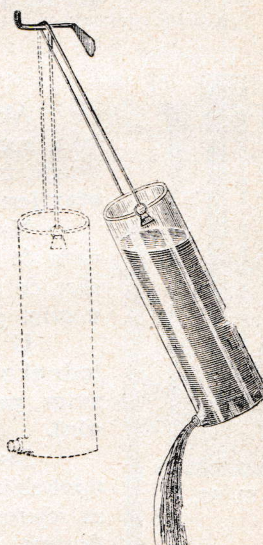
2. Tlak na bokove posude i uzgon.

Nalijemo li vode u posudu, koja imade sa strane više otvora jedan nad drugim (sl. 90.), pa pustimo redomice vodu na ove otvore, opazit ćemo, da je mlaz vode to veći, što je otvor niže. Voda dakle tlači na **bokove posude** i taj je tlak u dubljini posude sve veći. **Tlak tekućine na bokove jednak je težini stupa kapljevine, koji ima za osnovku plohu, na koju kapljevina tlači, a za visinu udaljenost plohe od površine.**

Tlak na bokove je znamenit kod nasipâ, propusta vode (gat) i vodovodnih cijevi.



Sl. 90.

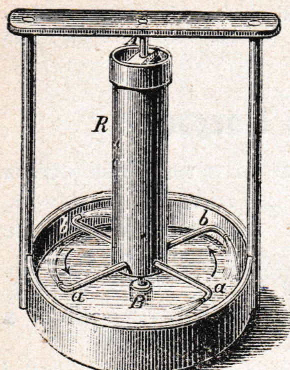


Sl. 91.

Objesi posudu, koja imade na dnu otvor, na dva konca (sl. 91.) začepi otvor i nalij punu vode. Ako pozorno odčepiš otvor, da se posuda ne uzljulja, posuda će se koso nagnuti na protivnu stranu otkud voda ističe. Tlak je manji na onoj strani, gdje je otvor, nego li na protivnoj strani, pa se s toga posuda giblje smjerom većega tlaka.

Ako tekućina istječe iz pomične posude, onda će se posuda gibati protivnim smjerom tekućini, koja istječe.

Ovo se gibanje zove **gibanje natraške ili reakcija.** Na gibanju natraške ili reakciji osniva se Segnerovo kolo (sl. 92.). Segnerovo je kolo valjkasta posuda *B*, koja se lako vrti na osovini *A B*, a blizu dna imade utaknute zavinute cijevi, *a a*, *b b*. Nalijemo li u posudu vode, okretat će se posuda oko svoje osi protivnim smjerom vodi, koja istječe. Na istom se pojavu osnivaju i čigre (turbine), koje često vrte u tvornicama različite strojeve.



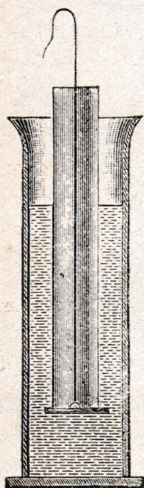
Sl. 92.

Uroni u vodu stakleni valjak (sl. 93.), kojemu je doljni kraj zatvoren pločicom, koju drži vrpca. Ako valjak turiš dovoljno u vodu, pločica ne će otpasti, sve da vrpcu i popustiš. Naliješ li u valjak vode, otpast će pločica, čim bude valjak pun vode.

Tlak u tekućini prema površini, zove se uzgon ili tlak u vis.

Svaka ploha u kapljevini podnosi toliki tlak prema gore, kolik je tlak ozgo dolje.

Vježbe: 1.) Zašto imaju duboke posude jake stranice? 2.) Zašto se meću kod vodovoda jače cijevi, čim se dublje polažu? 4.) Kolik tlak treba da podnosi ronilac u dubljini od 10 m; ako mu je površina 1·5 m^2?


Sl. 93.

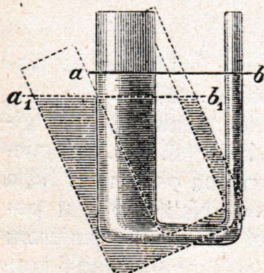
3. Sastavljene posude.

Ako su dvije, tri ili više posuda međusobno tako spojene, da tekućina iz jedne može prelaziti u drugu, treću i t. d., onda se takove posude zovu **sastavljene** ili **spojene posude.**

Nalijemo li vode u sastavljene posude (sl. 94.), voda će se u svim posudama jednako dići. t. j. čestice će vode onda mirovati, kad dosegnu istu visinu u svim posudama.

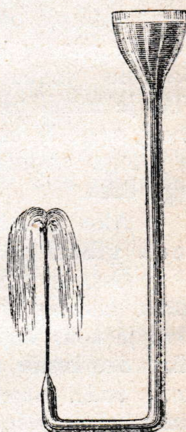
U sastavljenim posudama stoji tekućina jednako visoko, t. j. površine tekućine jesu u svim posudama u istoj ravnini.

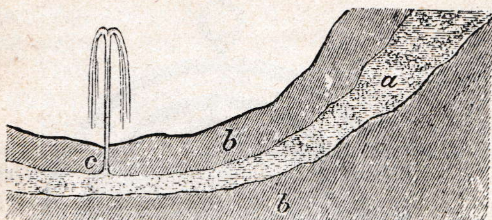
Sastavljene se posude često upotrebljavaju n. pr. vodomjeri za mjerenje vode u parnim kotlovima, posude za čaj, kavu i za polijevanje vrta, vodovodi jesu sastavljene posude.



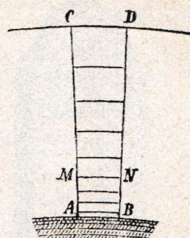
Sl. 94.

Bunari, jame, podrum i uvale, koje su blizu rijeka, napune se vodom, kada se voda u rijeci diže, a kada voda u rijeci pane, pane i u njima voda. Vrela su također sastavljane posude.


Sl. 95.



Sl. 96.



Sl. 97.

Ako kod sastavljenih posuda (sl. 95.) prikratimo jednu, onda će voda, koju smo nalili u višu posudu, štrcati iz kraće posude u vis; nu poradi otpora ne može doseći visinu tekućine u višoj posudi. Ovako su načinjeni vodometi ili vodoskoci (šedrvani).

Prirodni vodometi, tako zvani artezijski bunari, nazvani po pokrajini Artois (Artoa) u Francuskoj, jesu također spojene posude.

Ako je između nepropusne ilovače *b b* (sl. 96.) naslaga pijeska *a* ili koje drugo propusno tlo, tada će se voda u tom tlu s bregova salijevati u nizinu, i isticat će kod c, ako smo nepropusno tlo prodrli.

Vježbe: 1.) Nabroj sastavljene posude, koje poznaješ? 2.) Hoće li voda i u veoma uskim cijevima stajati jednako visoko? Zašto ne? Razjasni! 3.) Kako bi načinio vodomet u sobi?

C) Ravnotežje uzdušnina.

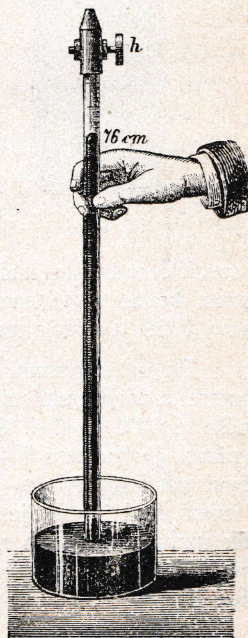
1. Tlak uzduha.

Uroni usku cijev dugačku 50—60 *cm* sasvim u vodu, da se napuni, začepi je gore palcem i izvuci iz vode, voda ne će iz nje istjecati. Uzrok tomu je pritisak uzduha.

Uzduh opkoljuje našu zemlju 75—80 *km* visoko, pa je pri zemlji najgušći, dok je u visini sve rjeđi. Pomislimo li sebi ovakov uzdušni stup *A B C D* (sl. 97.), lako ćemo razabrati, da taj stup pritište svojom težinom na osnovku *A B* i da se poradi toga, što su čestice uzduha veoma gibljive, taj pritisak rasprostire na sve strane, pa će pritiskati i na tijelo, koje se u njem nalazi.

Tlak se uzduha rasprostire na sve strane.

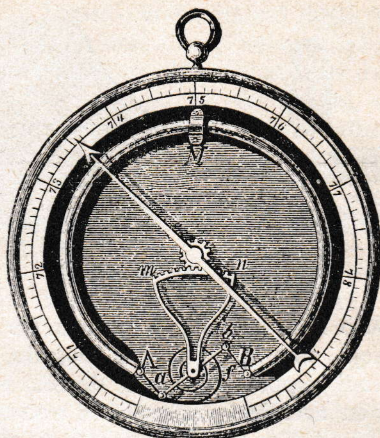
Dignemo li palac s cijevi, o kojoj smo gore govorili, voda će iz cijevi curjeti, jer sad tlači uzduh na vodu i ozgo. Napuni čašu vodom sasvim do vrha i pritisni dlanom



Sl. 98.



Sl. 99.



Sl. 100.

na čašu komad papira, preokreni čašu, voda ne će curjeti iz čaše. Zašto?

Pomislimo u uzdušnom stupu (sl. 97.) jednu naslagu uzduha *M N*, jasno će nam biti, da ova naslaga ne će podnositi tolik pritisak kao što naslaga *A B* nad zemljom. Bit će poradi toga uzduh kod *A B* gušći i teži, nego kod *M N*. Svaka dakle naslaga uzduha, koja je bliže zemlji, ima veći tlak, ili ona je gušća, nego li naslaga više nad zemljom.

Tlak i gustoća je uzduha to manja, što je uzduh više nad zemljom.

Uzduh ima dakle najveću gustoću, pa i specifičnu težinu nad samom površinom zemlje. Nu ova je težina spram težine vode malena, jer 1 *l* vode važe 1 *kg*, dok 1 *l* uzduha samo 1·28 *g*, pa je uzduh prema tomu 777 puta lakši od vode.

Da se uvjerimo, kako je velik tlak uzduha, uzet ćemo na centimetre razdijeljenu staklenu cijev, koja je pipcem *h* zatvorena, a dugačka do 80 *cm* (sl. 98.) Napunimo li ovu cijev sasvim živom, začepimo ju palcem i turimo obrnutu u posudu sa živom, živa će u cijevi pasti do 76 *cm* računajući od površine žive u posudi, a prostor u cijevi nad živom je bez uzduha. Ovaj nam pojav pokazuje, da je tlak uzduha tolik, da može stupac žive od 76 *cm* visok u ravnotežju držati. (Pokus talijanskoga fizičara Torricelli-ja (Toričeli), učenika Galilejeva godine 1643.)

Ako izračunamo težinu žive u cijevi, koja je recimo 1 cm^2 široka, to će biti tlak žive na dno jednak umnošku osnovke, visine

i specifične težine žive t. j. 1 × 76 × 13·6 = 1033·6 *g*, a toliki je i tlak uzduha, koji ovu živu drži.

Tlak uzduha na 1 cm² je 1 kg (točno 1·0336 kg.) Ovaj se tlak zove tlak jedne atmosfere.

Vježbe: 1.) Ako je površina čovjeka 1·4m^2 kolik je tlak uzduha na njegovo tijelo? 2.) Kad bi živu zamijenili vodom, kolik bi onda bio stup? 3. Što su to 3 atmosfere (3 at.)?

2. Tlakomjer (barometar).

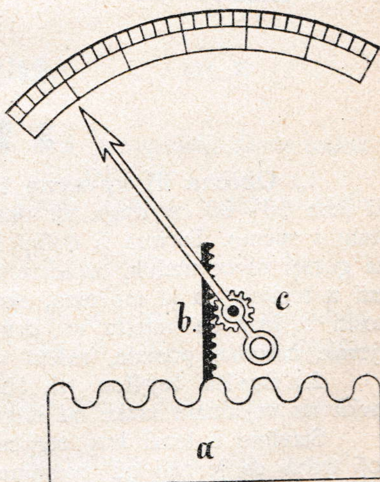
Ako postavimo Torricelli-jevu cijev (sl. 98.) tako, da je možemo dulje vremena motriti, opazit ćemo, da se živa u cijevi diže i pada. Tlak uzduha nije dakle stalan, već se mijenja, pa je sad veći sad manji.

Sprave, koje nam pokazuju tlak uzduha, zovu se tlakomjeri ili barometri.

a) **Obični tlakomjer** (sl. 99.) je staklena živom napunjena cijev, duga oko 80 *cm*. Cijev je gore zataljena, a dolje nešto zavinuta s posudicom nalik na krušku. Na prikladnoj daski je zabilježena mjera u *cm* i *mm* i to samo toliko, koliko je nužno za motrenje padanja i dizanja žive, a to je od 630—800 *mm*. Staklena je cijev pričvršćena za dasku tako, da ništica mjere dođe uz površinu žive u posudici. Budući da je mjera nepomična, nijesu podaci ovoga tlakomjera posve točni, ali su za svakidašnji život dosta dobri dotle, dok ne dođe nad živu u prazni prostor uzduh. Da se nedostaci na ovom tlakomjeru što više uklone, prave se kruškolike posudice dosta široke. Zašto?

b) **Zavinuti ili dvokraki tlakomjer** je sličan običnomu, samo što je zavinuti kraj nešto dulji i nema kruškolike posudice. Cijev se ili mjera dade na daski s pomoću vijka (šarafa) pomicati tako, da se prije očitanja visine, živa u cijevi stavi u visinu ništice na mjeri.

c) **Aneroid ili holosterik** je kovni barometar bez žive. Aneroid po Bourdonu (1853.) je kovna kutija (sl. 100.), u kojoj je kovna cijev *A M B* od tankoga lima, bez uzduha u luk savinuta i u *M* za kutiju pričvršćena. Ako je tlak uzduha veći, savija se cijev jače, a obratno manje, kad je tlak uzduha manji. Posebnim se spravicama ovo gibanje cijevi prenosi na kazalo, koje pokazuje na mjeri *cm* i *mm*. Ova je mjera udešena po dobrom tlakomjeru na živu. Često se upotrebljava mjesto savinute cijevi kovna kutija bez uzduha s nepredušnim tankim, navoranim poklopcem. Kad je tlak uzduha veći, utisne se poklopac jače, a podigne, kad je

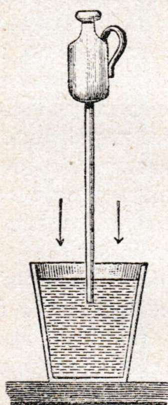


Sl. 101.

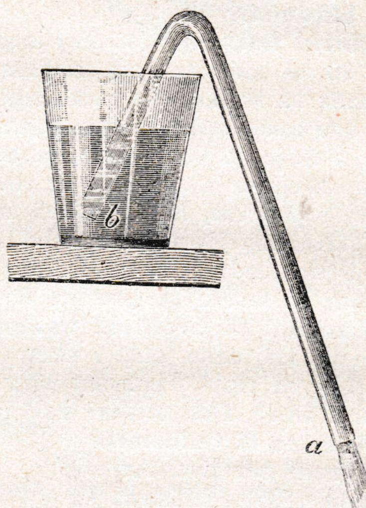
tlak manji (sl. 101.) Ovo se gibanje poklopca prenosi na kazalo, koje pokazuje na mjeri tlak uzduha.

Tlakomjer se upotrebljava za pogađanje vremena. Ako živa trajno **pada,** nastaje ružno vrijeme; ako se trajno **diže,** nastaje lijepo vrijeme. Zašto? Kada duše suhi sjeveroistočnjak, onda tlakomjer stoji visoko; duše li vlažni jugozapadnjak, barometar stoji nisko, pa se nadamo kiši. Pada li naglo, očekujemo oluju i vijore. Budući da mogu biti i drugi uzroci, da se barometar diže ili pada, pogađanje je vremena samo po barometru nepuzdano.

Tlak je uzduha u visini manji, pa se s toga upotrebljava tlakomjer i za mjerenje visine nad zemaljskom površinom. Za srednje se visine uzima, da tlakomjer na svaki 10 *m* u vis pada od prilike 1 *mm.*



Sl. 102.



Sl. 103.

3. Teglice.

1.) **Obična ili upravna teglica** (st. 102.) je cijev od stakla ili lima 70—80 *cm* duga, na oba kraja otvorena, a gore imade posudu s ručom. Turimo li doljni kraj teglice u koju tekućinu i sišemo na gornji otvor uzduh, tekućina će se poradi tlaka uzduha na nju dizati u teglicu, pa je možemo, ako gornji otvor prstom začepimo, prenositi s jednoga mjesta na drugo. Različite igračke, kao: čarobni lijevak, čarobne posude, rešeto vestalinke i t. d. jesu obične teglice.

2.) **Savita teglica** (sl. 103.) je cijev na oba kraja otvorena i savita na nejednake krake od stakla, lima, a često i od kaučuka.

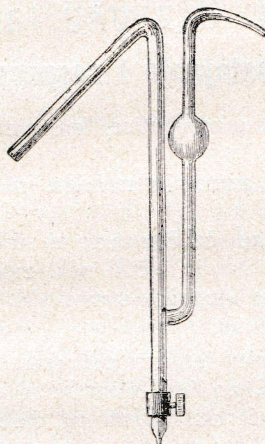
Stavimo li kraći kraj teglice u posudu s tekućinom, a na dulji, koji treba da je niži od površine tekućine u posudi, sišemo uzduh, prelazit će tekućina neprestance u podmetnutu posudu, dok je god

otvor **b** u tekućini. Težina tekućine djeluje u obim kracima na tlak uzduha. Težina je tekućine u kraku **a** veća nego u kraku **b,** pa s toga se u kraku **b** diže radi tlaka uzduha do koljena teglice i otječe krakom **a.**

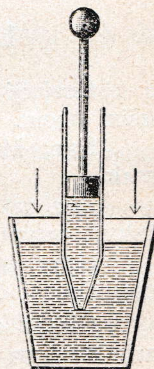
Savita se teglica upotrebljava za pretakanje vina, octa, žeste i t. d. iz jedne bačve u drugu. Savitim teglicama pretaču vino s ulice u podrume iz velikih bačava u manje i t. d.

Treba li pretakati otrovne tekućine, kao različite kiseline i lužine, onda upotrebljavamo **sastavljenu teglicu** ili **teglicu za otrove** (sl. 104.). Pri sisanju uzduha iz ove teglice ne može doći tekućina do ustiju, jer se sabire u kuglastoj posudici.

3.) **Obična štrcaljka** (sl. 105.) je jednako široka na doljnomu kraju zašiljena cijev od stakla ili lima. U cijevi je neprodušan čep, koji se da pomicati šipkom gore i dolje. Turimo li štrcaljku, u kojoj smo čep porinuli dolje, u vodu, i povučemo čep gore, uzduh će se nad vodom i čepom u štrcaljci razrijediti i voda će se poradi tlaka uzduha na površini vode u posudi dizati u štrcaljki.



Sl. 104.



Sl. 105.

Obična se štrcaljka upotrebljava mnogo u liječništvu, obrtu, kao igračke t t. d. Njoj je slično udešena obična sisaljka.

4. Prijegled.

a) Ravnotežje čvrstih tjelesa.

1.) Težište je točka, u kojoj tijelo valja poduprijeti, da ne padne.

2.) Težište nastoji, da dođe u što niži položaj.

3.) Položaj tjelesa je trovrstan: stalan, padljiv i nepromjenljiv (stabilan, labilan i indiferentan).

4.) Stalnost je položaja tim veća, što je težište niže.

b) Ravnotežje tekućina.

1. Tekućine tlače na sve strane, jer im se čestice lako razgađaju.

2.) Tlak je tekućine trovrstan: a) tlak na dno; b) tlak na bokove i c) uzgon ili tlak prema površini.

3.) Površina je tekućina u sastavljenim posudama jednako visoka.

c) Ravnotežje uzdušnina.

1.) Uzduh ima nad morskom površinom najveću gustoću. 1 *l* uzduha važe od prilike 1·3 *g*, dakle je 777 puta lakši od vode.

2.) Uzduh tlači na sve strane. Tlak se uzduha vidi kod Torricelli-jeva pokusa.

3.) Tlak uzduha na 1 **cm²** je od **prilike 1 kg** i zove se **tlak jedne atmosfere.**

4. Na tlaku se uzduha osniva tlakomjer, obična štrcaljka i teglica.

5.) Tlakomjer ili barometar je sprava, kojom se mjeri tlak uzduha.

VI. O zvuku (akustika).

1. Postajanje i rasprostiranje zvuka.

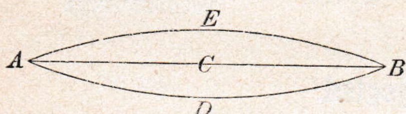
Čovječji govor, pjev ptice, kucanje ure, šum vode zamjećujemo našim uhom.

Sve, što s pomoću našega uha zamjećujemo, zove se zvuk.

Zatakni komad čelične žice u stol ili ocalno pero i trzaj ga prstom, opazit ćeš titranje i čuti neki zvuk.

Napni prilično dugačku strunu (sl. 106.) i trzaj je prstom, vidjet ćeš titranje i čuti zvuk.

Objesi uz čašu kuglicu od pluta tako, da kuglica čašu samo malo dira, pa udari po čaši komadićem drveta, ili povuci gudalom po rubu čaše, kuglice će odskakivati od čaše i čut ćeš opet zvuk.



Sl. 106.

Zvuk postaje titranjem ili njihanjem čestica u tjelesima.

Zazvoni na kućnom zvonilu, čut ćeš glas zvona u neku daljinu na sve strane. Isto će biti, ako kladivcem (čekićem) udariš o bakreni kotao, ocalni lim i t. d.

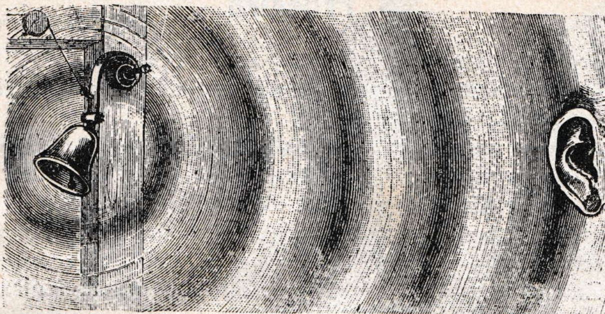
Zvuk se rasprostire na sve strane.

Zvono (sl. 107.) ili u opće svako tijelo, koje zvuči, prenosi svoje titranje ili njihanje na okolni uzduh. Uzduh se njihanjem zgušćuje i rastanjuje, pa tako nastaje **uzdušni val ili talas.**

Ova se zgušćivanja i rastanjivanja rasprostiru sve dalje, dok ne dopru do uha, koje ih osjeti kao zvuk.

Zgušćivanje uzduha odgovara brijegu, a rastanjivanje dolu vala, kakav možeš vidjeti na mirnoj vodi, ako u nju osovno baciš kamen.

Munju prije zamijetimo nego grmljavinu, premda bliješće i grmi u isto vrijeme. U daljini vidiš sjekiru ili bat, da po drugi put udara, a istom čuješ zvuk prvoga udarca.



Sl. 107.

Zvuk treba određeno vrijeme za svoje rasprostiranje, t. j. da s jednoga mjesta dođe do drugoga.

Brzina je zvuka u suhom, jednako gustom i mirnom uzduhu u jednoj sekundi pri 0^0 C 333 *m*.

Postavi uru na dasku tako daleko, da ne čuješ njezina kucanja, a prisloniš li uho na drugom kraju daske, čut ćeš.

Ako udariš u vodi kamen, ili zazvoniš zvoncem, čut ćeš jasno udaranje i zvonjenje.

Zvuk se rasprostire kroz čvrsta tjelesa i kroz tekućine.

Zvuk se u čvrstim tjelesima rasprostire brže, nego li u uzduhu. Pokusima se ustanovilo, da se zvuk u vodi $4^1/_2$ puta, u vlažnoj zemlji 6 puta, a u željezu 15—17 puta brže rasprostire nego u uzduhu.

Vježbe. 1.) Zašto se bolje čuje topot konjskih kopita i štropot kola, ako uho prislonimo na zemlju? 2.) Kako je daleko oluja, ako između munje i grmljavine prođe 7 sekunda? (Budući da se svjetlost veoma brzo rasprostire, uzima se, da naše oko osjeti svjetlo u ovim daljinama u isti tren, kad je postalo.) 3.) Kako je daleko neki top, ako se njegov zvuk čuje za 6 sekunda?

2. Vrste zvuka.

Trzamo li prstom napetu žicu, njihat će se pravilno i brzo dulje vremena. Isto tako i zvono, kad ga udarimo kladivom.

Zvuk, koji postaje, da se čestice tijela pravilno i brzo dulje vremena njišu, zove se glas ili ton.

Kod glasa valja razlikovati visinu, dubljinu i jakost.

Ako dva ili više tijela daju u isto vrijeme glasove ili tonove, onda nastaje složeni zvuk ili zvek (Klang).

Ako su složeni zvuci našemu uhu ugodni, onda se taj zvek zove **suglasje ili konsonanca,** naprotiv ako su neugodni, onda je **nesuglasje ili disonanca.**

Zajednički zvek od tri ili više tonova, zove se akord, bez obzira na to, kako se osjeća.

3. Prijegled.

1.) Sve, što uhom zamjećujemo, zove se **zvuk.**

2.) Uzrok, da nastaje zvuk, jest **njihanje ili titranje (drhtanje)** čestica tijela. (Budič zvuka).

3.) Zvuk se rasprostire **kuglastim valovima (talasima).**

4.) Tijelo, u kojem se zvuk rasprostire, zove se vodič zvuka.

5.) Vodiči zvuka mogu biti čvrsta, tekuća i uzdušna tjelesa. — Najobičniji vodič zvuka je uzduh. Brzina zvuka u uzduhu je 333 *m* u jednoj sekundi.

6.) Znamenitije vrste zvuka jesu: štropot, prasak i glas (ton).

VII. O svjetlosti (Optika.)

1. Svjetlost, rasprostiranje svjetlosti, sjena.

U tamnoj sobi ne vidimo stvari, koje su u njoj. U tamnom podrumu ne ćemo vidjeti također stvari, koje su u njemu. Nu čim upalimo svijeću, ili danju otvorimo prozore, koji su bili zatvoreni, razabirat će naše oko stvari, koje su kraj nas.

To, što čini, da stvari vidimo, zove se svjetlost.

Neka tjelesa kao sunce, zvijezde, goreća i usjana tjelesa, mnoga živa bića n. pr. krijesnice, rasprostiru sama svjetlost, pa ih vidimo. Takova se tjelesa zovu **svijetleća tjelesa.**

Zemlja, mjesec i mnoga tjelesa na zemlji ne rasprostiru svjetlosti, pak ih samo vidimo, ako su rasvijetljena. Takova se tjelesa zovu **tamna tjelesa.**

Kroz staklo od prozora vidimo stvari, koje su na ulici, u vodi vidimo ribe i t. d.

Nekoja tamna tjelesa propuštaju svjetlost; za njih velimo, da su prozirna tjelesa.

Kroz mastan papir na prozoru ne vidimo stvari na ulici, ali ipak propušta svjetlost u sobu; isto tako mutno brušeno ili rebrasto staklo na hodnicima i t. d.

Tamna tjelesa, koja slabo i nepotpuno propuštaju svjetlost, zovu se poluprozirna tjelesa.

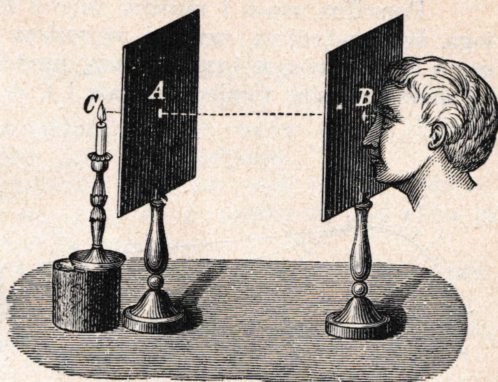
Kroz zid od sobe ne vidimo stvari, koje su na ulici, isto tako ne vidimo kroz opeku, dasku, kovnu ploču i t. d.

Tamna tjelesa, koja ne propuštaju ni malo svjetlosti, zovu se neprozirna.

Vježbe: 1.) Imenuj tjelesa, koja svijetle, a koja ne svijetle! 2.) Nabroj tjelesa, koja su prozirna, koja su neprozirna, a koja opet poluprozirna! 3.) Propušta li svjetlost tanko drvo, porculan i t. d.?

U tamnoj sobi vidiš goreću svijeću i stvari, koje svijeća rasvjetljuje. Ali ako metneš između oka i plamena svijeće daščice s rupicom

A i *B* (sl. 108.), vidjet ćeš plamen svijeće *C* samo onda, ako su rupice i plamen svijeće u istom pravcu.



Sl. 108.

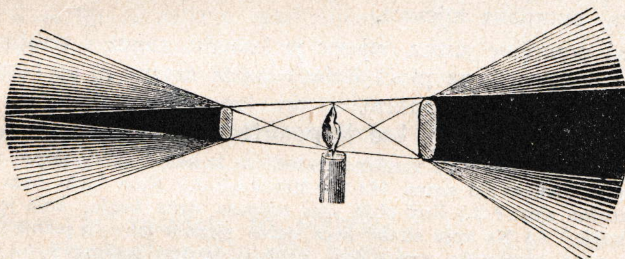
Svjetlost se rasprostire u pravcima na sve strane.

Pravci, u kojima se svjetlost rasprostire, zovu se **zrake svjetlosti ili svijetle zrake.**

Točni pokusi pokazaše, da se svjetlost rasprostire **brzinom od 300.000 km.**, t. j. **svjetlost prijeđe u svakoj sekundi put od 300.000 km.**

Naše zemaljske udaljenosti iščezavaju napram brzini svjetlosti, pa zato velimo:

Svjetlost prijeđe svaku udaljenost na zemlji, koju naše oko dohvaća, u neizmjerno kratkom vremenu.


Sl. 109.

Metni neprozirnu stvar (sl. 109.) n. pr. knjigu, ruku, komad drva pred plamen svijeće, ona strana do svijeće bit će **rasvijetljena,** dok je druga strana nerasvijetljena, pa nastaje taman prostor na toj strani.

Prostor iza tamnoga i neprozirnoga, ali rasvijetljenog tijela, zove se sjena.

Tamna i neprozirna tjelesa bacaju sjenu.

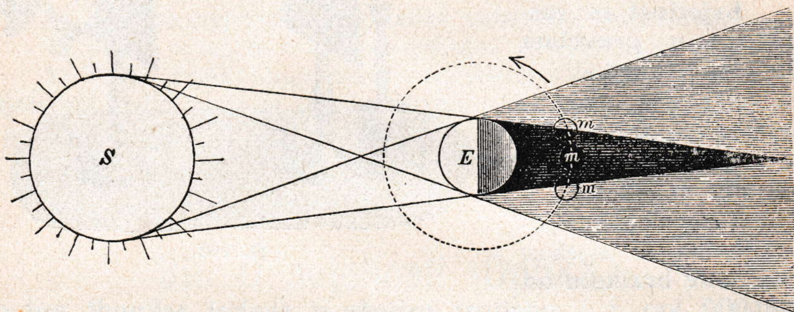
Prostor, u koji ni jedna zraka svjetlosti ne dopire, zove se potpuna sjena.

Prostor do potpune sjene, u koji nešto svjetlosti dopire, zove se polusjena.

Ako sjena kojega tijela pada na plohu drugoga tijela, tada je ta ploha osjenčana, a sama sjena na toj plohi, zove se **bačena sjena.**

*

Pomrčina sunca i mjeseca, mijene (faze) mjeseca, nastaju poradi toga, što rasvijetljena, tamna i neprozirna tjelesa bacaju sjenu. Na bacanju sjene osniva se i sunčana ura, predočivanje tjelesa crtanjem; proračunavanje visine tornjeva, stabala i t. d.



Sl. 110.

Pomrčina mjeseca (sl. 110.) nastaje, da zemlja E dođe u takav položaj između sunca S i mjeseca m i da sva rasvijetljena ploha mjeseca (pun mjesec, uštap), dođe u potpunu sjenu zemlje. Mjesec je tada sasvim ili od česti zastrt, pa nastaje potpuna (totalna) ili česna (parcijalna) pomrčina mjeseca.

Kod pomrčine sunca mjesec je između sunca i zemlje, te prikriva kao nerasvijetljena ploča (mlađ) sunce sasvim ili od česti (totalna ili parcijalna pomrčina sunca), a pri tom padne potpuna sjena na zemlju. (Tmina na zemlji, kad je pomrčina sunca)

Vježbe: 1.) Koliko će vremena trebati, da svjetlost sunca dopre do zemlje, ako je zemlja udaljena od sunca 184,670.000 *km*? 2.) Koje tijelo baca u svakom položaju kružnu sjenu? 3.) Koji oblik ima potpuna sjena kugle, koja je manja od svijetleće kugle? 4.) Na koju stranu baca stablo sjenu u jutro, u podne i na večer? 5.) Kad je sjena spomenika preko dana najdulja, a kad najkraća? 6.) Je li sjena tornja zimi i ljeti u podne jednaka?

2. Jakost rasvjete.

Ako nešto radimo pri običnoj svijeći, ne ćemo tako dobro vidjeti, kao pri velikoj petrolejskoj svjetiljci. Čitamo li knjigu pri običnoj petrolejskoj svjetiljci i zatim pri plinskoj rasvjeti, bit će nam slova pri plinskoj rasvjeti jasnija, nego li pri svjetiljci.

Stupanj jasnoće, koju neko svijetleće tijelo daje rasvijetljenoj plohi, zove se jakost rasvjete.

Jakost rasvjete je ovisna:

1.) **O izvoru svjetlosti.** Uzmi najprije jednu svijetiljku, pa dvije, tri i t. d. i metni papir pred njih, papir će biti sve jače rasvijetljen,

što je više svijetiljki. Plinski plamen jače rasvjetljuje, nego li petrolejski plamen i t d.

Što je jači izvor svjetlosti, i što veću plohu imade svijetleće tijelo, to je ploha jače rasvijetljena.

2.) **O udaljenosti svjetlosti.** Primakni papir bliže k svjetiljci, bit će jače rasvijetljen, nego ako ga postaviš daleko od nje. Ulica je slabije rasvijetljena, ako su svjetiljke razdaleko.

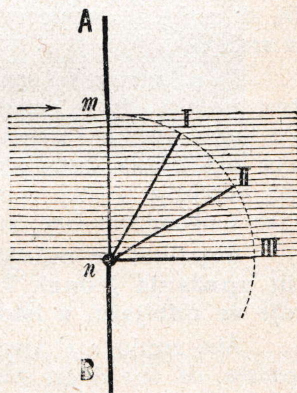
Što je bliže izvor svjetlosti, to je ploha jače rasvijetljena.

Pokusima je ustanovljeno, da je svjetlost u dvo-, tro-, četverostrukoj udaljenosti, 4-, 9-, 16 puta slabija.

3.) **O kutu**, pod kojim zrake svjetlosti padaju na plohu, koju rasvjetljuju.

Ako knjigu držiš pri svjetiljci tako, da zrake svjetlosti veoma koso padaju na knjigu, bit će slova slabo rasvijetljena. Nagneš li knjigu tako, da zrake svjetlosti okomito padaju na knjigu, bit će knjiga, bolje rasvijetljena.

Kroz otvor (sl. 111.) *m n* pada svjetlost na daščicu, koja je u *n* pomična. Metni daščicu u položaj *n* III, ne će biti tako jasno rasvijetljena, kao u *n* II, a u položaju *n m* bit će najjače rasvijetljena. Snop zraka svjetlosti u položaju *n* III **dira** samo daščicu; u *n* II pada na nju već neki dio zraka, a u *n m*, t. j. u okomitom položaju pada na nju čitav snop zraka svjetlosti, koji kroz otvor *n m* ulazi.



Sl. 111.

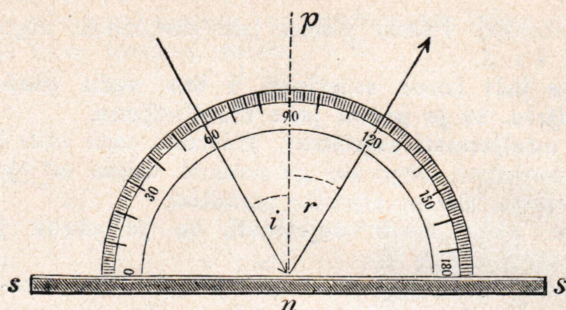
Jakost je rasvjete to slabija, što zrake svjetlosti padaju više koso na rasvijetljenu plohu.

Vježbe: 1.) Zašto se u jutru i na večer slabije vidi, nego li o podne? 2.) Zašto je o podne najsvjetlije? 3.) Zašto nakrenemo knjigu prema svjetiljci, kad hoćemo, da bolje vidimo čitati?

3. Odbijanje (refleksija) svjetlosti.

Ako sunčane zrake padaju na površinu mirne vode, n. pr. na površinu vode u zdjeli, koja je na stolu, opazit ćemo na stropu jasno mjesto, kuda zrake padaju. Ovo ćemo opaziti i onda, ako zrake padaju na komadić stakla, svijetloga lima i t. d. Maknemo li zdjelu s vodom, pomaknut će se i jasna pjega na stropu, a isto tako, ako pomaknemo staklo ili lim.

Ako zrake svjetlosti padaju na koje tijelo, onda se jedan dio zraka svjetlosti odbija ili reflektira. Taj se pojav zove odbijanje (odsjev) ili refleksija svjetlosti.



Sl. 112.

Pustimo u tamnu sobu kroz otvor u prozoru snop zraka svjetlosti, da padne na zrcalo *s s'* (sl. 112.). U točki *n*, gdje zrake na zrcalo padaju, metnimo polukrug s razdiobom, koju smo na risaćem papiru nacrtali, tako da zrake dođu upravo tik papira. Tad ćemo opaziti, da zrake s okomicom *p n* čine kut *i*, pod kojim one i upadaju na zrcalo.

Taj se kut zove kut upadanja, a okomica *p n* okomica upadanja. Opazit ćemo nadalje, da se zrake od zrcala odbijaju na protivnu stranu, pa ako točno motrimo, uvjerit ćemo se, da je kut *r* na drugoj strani okomice *p n* jednak **kutu upadanja** *i*, i da su zrake i kod upadanja i kod odbijanja u istoj ravnini s okomicom. Kut *r*, što ga odbijene zrake s okomicom čine, zove se **kut odbijanja.**

Svjetlost se odbija od ravne i glatke plohe tako, da je kut upadanja jednak kutu odbijanja, a zrake, koje upadaju i koje se odbijaju, u istoj su ravnini s okomicom.

Ako zrcalo *s s'* krećemo oko točke *s* tako prema zrakama, koje upadaju, da one dođu sve bliže k okomici, vidjet ćemo, da su kutovi uvijek jednaki, ali sve manji. Postavimo li zrcalo konačno tako, da zrake svjetlosti dođu na zrcalo smjerom okomice, t. j. da zrake padnu okomito na zrcalo, opazit ćemo, da se one istim smjerom, t. j. okomito i odbijaju; zrake upadaju i odbijaju se pod pravim kutom.

Zrake svjetlosti, koje okomito padaju na zrcalo, okomito se i odbijaju. Takove se zrake zovu glavne zrake.

Stvari vidimo u sobi sa svakoga mjesta, ako su rasvijetljene. Ove stvari moraju također da odbijaju zrake svjetlosti, ali poradi hrapave površine ne tvore slike, budući da se zrake odbijaju nepravilno na sve strane, pa ih zato vidimo sa svakoga mjesta.

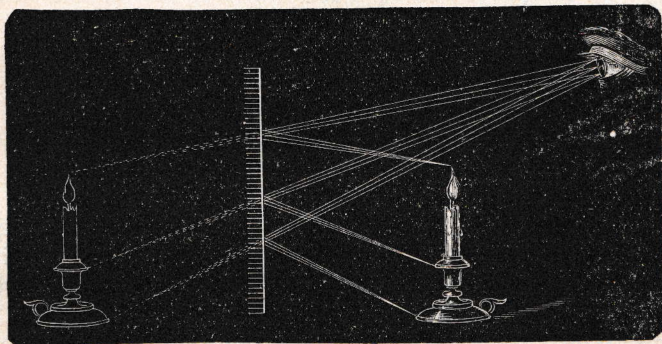
Svako tijelo odbija zrake svjetlosti. Nepravilno odbijanje zraka zove se razasipanje svjetlosti (difuzna svjetlost), ili velimo, da tijelo svjetlost razaspe (difundira).

Svjetlost dana, jutarnji i večernji sumrak, slike u zrcalima, temelje se na odbijanju svjetlosti. Toga radi i vidimo tjelesa.

Vježbe: 1.) Zašto je jasnije na stolu, ako svjetiljka ima gore zaslon 2.) Koji su zidovi u sobi bolje rasvijetljeni: oni gdje su prozori, ili oni, koji su napram prozorima? 3.) Zašto vidimo slike i na onom zidu, na koji zrake svjetlosti ne padaju? 4.) Zašto su prostori na južnoj strani svjetiiji, nego oni na sjevernoj?

4. Ravno zrcalo.

Uzmi vrlo glatku i svijetlu kovnu ploču ili komad ravna stakla, koje si na jednoj strani zaslonio crnim suknom ili crnim papirom i metni pred svijeću (sl. 113.), vidjet ćeš u ploči sliku svijeće. Zrake se svjetlosti naime odbijaju od te glatke plohe pravilno i potpuno.



Sl. 113.

Svaka ploha, koja zrake svjetlosti potpuno i pravilno odbija, da nastane slika tijela, koje je pred njom, zove se zrcalo ili ogledalo.

Ako je ploha ravnina, koja zrake svjetlosti potpuno i pravilno odbija, onda se takova ploha zove **ravno zrcalo.**

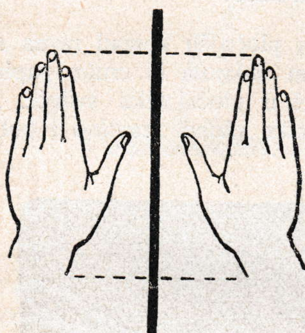
Naša su obična zrcala od staklenih ploča, kojima je jedna strana obložena kositernim amalgamom. Budući da kod ovakovih zrcala odbijaju zrake svjetlosti amalgam i staklena ploča, vide se dvije slike, kad koso u njih gledamo, pa se zato kod znanstvenih optičkih pokusa upotrebljavaju samo kovna zrcala. Najstarije i najjednostavnije zrcalo je svakako površina mirne vode ili **zrcalo vode.**

Stavimo li pred ravno zrcalo goreću svijeću u razmaku od 50 *cm*, a za zrcalo postavimo okomito štapić opet u razmaku od 50 *cm*, pa gledajmo jednim okom u zrcalo, a drugim na štapić iza zrcala, opazit ćemo, da je slika svijeće u zrcalu upravo tamo, gdje je i štapić.

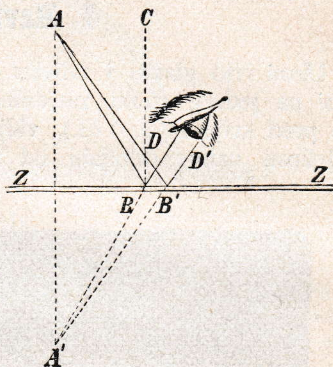
Slika je predmeta u ravnom zrcalu tako daleko iza zrcala, koliko je udaljen predmet pred zrcalom.

Metni ruku pred ravno zrcalo (sl. 114.), vidjet ćeš sliku ruke u istoj veličini za zrcalom, a pojedine prste u istoj udaljenosti, kao što su pred zrcalom.

Slika predmeta u ravnom zrcalu je iste veličine i oblika kao i predmet, samo je lijeva strana predmeta u zrcalu na desnoj, a desna na lijevoj strani.



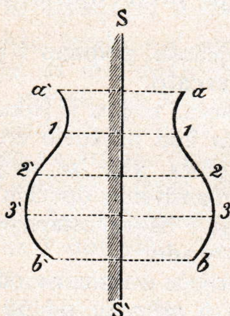
Sl. 114.



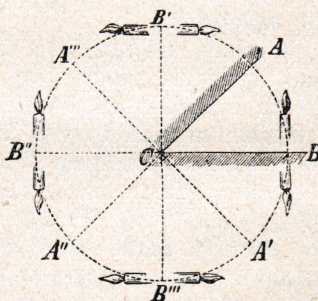
Sl. 115.

Pred zrcalom *Z Z* je svijetla točka *A* (sl. 115.). S ove točke pada množina zraka na zrcalo, koje se odbijaju. Zrake *A B* i *A B'* odbijaju se u naše oko, a ono, budući da je vično gledati predmete u pravcima, vidi točku *A* prividno u *A'*, kao da bi točka *A* bila u produženju odbitih zraka *B D* i *B' D'*. U točki *A'* je slika predmeta *A*, koji je jednako udaljen za zrcalom kao što je pred zrcalom.

Sliku ćemo nekoga predmeta u ravnom zrcalu (sl. 116.) označiti, tako da obilježimo pojedine točke, a ove onda crtama spojimo.



Sl. 116.



Sl. 117.

Ravno se zrcalo upotrebljava mnogostruko u kući, pri crtanju i motrenju udaljenih predmeta, za čarobije i u znanstvene svrhe.

Postavimo li dva ravna zrcala tako, da čine kut n. pr. od 45⁰ (sl. 117.) i metnemo među njih svijeću, vidjet ćemo sedam slika svijeće, koje su se simetrički poredale oko vrha kuta. Te slike nastaju

tako, da slika u jednom zrcalu bude predmetom za drugo zrcalo. Dobit ćemo dakle uvijek toliko slika, koliko se puta kut, što ga čine zrcala, sadržaje u 360° priračunavši k tomu i sam predmet. N. pr. 360 : 45 = 8, t. j. sedam slika i osmi je predmet sam. Zrcala pod kutem od 90°, dat će tri slike. Zašto?

Predmet postavljen u kut, što ga dva ravna zrcala zatvoraju, daje toliko slika, koliko se puta kut nalazi u 360°, odbivši predmet, koji je među zrcalima.

Na ovom se pojavu temelji **krasnozor ili kaleidoskop.**

Krasnozor je sastavljen od jedne cijevi, koja je sva iznutra namazana crnom bojom. U cijev su utaknuta dva zrcala, koja zatvoraju šiljasti kut. Na jednoj je strani cijevi otvor, kroz koji se gleda u cijev, dok su na drugoj strani cijevi dvije staklene ploče. Među pločama, od kojih je vanjska poluprozirna, nalaze se komadići stakla različite boje, a slobodno se među pločama giblju. Ove šarene komadiće stakla gledamo na pomenuti otvor cijevi, pa vidimo u zrcalima simetrične šarene slike staklenih komadića. Svaki put, kad cijev krenemo oko njezine osi, dobit ćemo drugi poređaj stakla, dakle i druge slike.

Krasnozor se upotrebljava u tvornicama katuna (Kattun), da njime traže uzorke, po kojima valja katun bojadisati; upotrebljava se nadalje za uzorke tapeta, za uzorke mrežotine od žice ili inoga pletiva. Zrcala pod kutom upotrebljavaju mnogi trgovci u svojim izlozima, da im roba izgleda simetrično poređana i da se vidi više komada.

Postavimo li dva zrcala usporedo jedno prema drugomu i metnemo među njih koji predmet, nastat će čitavi niz slika, koje su sve manje i manje, dok napokon ne iščeznu.

S pomoću zrcala pod kutem i usporednih zrcala prave se tako zvani **varavi putovi** (Irrwege) u varavim vrtovima (Irrgärten) ili **varavi hodnici** u varavim hodajama.

Vježbe: 1.) Zašto se drveće i grmlje na obali vidi u vodi obrnuto? 2.) Koji će položaj imati okomiti štap u ravnom zrcalu, koje smo nagnuli na kut 45° i okrenuli plohu koja odrazuje gore? 3.) Kako ćemo postaviti zrcalo, da nam slika na stropu bude okomito pred očima? 4. Kako ćeš saznati štapićem debljinu zrcalnoga stakla? 5.) Kako ćemo označiti položaj zrcala, ako su nam poznati kutovi upadanja i odbijanja?

5. Prijegled.

1.) Svjetlost je uzrok, da stvari vidimo.

2.) Svjetlost se rasprostire u pravcima (zrake svjetlosti) brzinom od 300.000 *km* u sekundi.

3.) Tjelesa mogu ili sama davati svjetlost (svijetleća tjelesa) ili ih rasvjetljuju svijetleća tjelesa (tamna tjelesa).

4.) Prema tomu, kako tjelesa propuštaju svjetlost, razlikujemo **prozirna, poluprozirna i neprozirna** tjelesa.

5.) Svako rasvijetljeno neprozirno tijelo daje na protivnoj strani nerasvijetljeni prostor, koji se zove **sjena.** Sjena može biti: **potpuna, polusjena i bačena sjena.**

6.) Jakost rasvjete ovisi o **izvoru** svjetlosti, o **udaljenosti** izvora svjetlosti i o **kutu,** pod kojim zrake svjetlosti padaju na plohu, koju rasvjetljuju.

7.) Ako zrake svjetlosti padaju na koje tijelo, onda se uvijek odbija jedan dio zraka svjetlosti. Što je ploha glađa, to je odbijanje potpunije, pa prema tomu razlikujemo **pravilno** i **nepravilno odbijanje zraka svjetlosti.**

8.) Zakoni pravilnoga odbijanja zraka svjetlosti jesu: zrake svjetlosti, koje upadaju, okomica upadanja i zrake, koje se odbijaju jesu u **istoj ravnini;** kut **upadanja jednak je kutu odbijanja.**

9.) Ravnina, koja zrake svjetlosti pravilno odbija, **zove se ravno zrcalo.**

10.) **Slike u ravnom zrcalu jesu u istoj daljini za zrcalom, kao što su predmeti pred zrcalom.**

11.) **U zrcalima pod kutem imade toliko slika, koliko se kut,** u kojemu su zrcala postavljena, **nalazi u 360^0 manje jedan,** t. j. ne **uračunav kut,** u kojemu se **predmet nalazi.**

12.) Nepravilno odbijanje zraka svjetlosti uzrokom je, da vidimo tamna tjelesa.

II. DIO.

Ludžba (kemija.)

1. Voda.

a) Svojstva vode.

Voda je veoma potrebna za razvitak i život životinja i bilja. Koji su krajevi siromašni vodom, ti imadu vrlo kržljavo bilje i životinje. Suhe, pjeskovite pustare gotovo su bez bilja i životinja, dok krajevi, bogati vodom, obiluju tim.

Utjecaj vode na razvitak organičkoga života ovisi od različitih svojstava vode.

Čista je voda prozirna tekućina bez boje, mirisa i okusa. Ishlapljuje pri svakoj temperaturi; vri pri 100^0 C i tlaku uzduha od 760 *mm*. Vodene pare zapremaju 1700 puta veći prostor nego li voda, od koje su te pare postale. Pri 0^0 se voda smrzava, a pri + 4^0 C imade najveću gustoću.

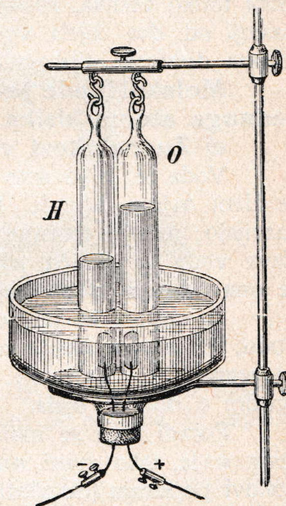
Voda rastapa mnoga čvrsta tjelesa; upija mnoge druge tekućine i plinove, a kad se smrzne, izlučuju se često otopljena čista tjelesa. (Dobivanje soli na obalama hladnih mora.) Kuhanjem izlučuju se upiti plinovi.

Voda nije nikada u prirodi sasvim čista, već sadržaje česti onih tvari, s kojima je u dodiru. Najčišće su vode snježnice i kišnice, jer

one imadu samo uzduha, dok izvor-voda imade osim ugljične kiseline mnogo drugih rudnih otopina, koje se u vodi tekućici pomalo izlučuju. (Teška i laka voda).

Izvor-vode, koje su otopile mnogo ljekovitih tvari, zovu se vode rudnice, pa se piju za lijek ili se u njima kupaju. To su vode željezne, sumporne, solne, jodne, koje se upotrebljavaju za kupanje bolesnih. Gorke vode imadu u sebi gorke soli i t. d. Koje vode imadu mnogo ugljične kiseline, te se zovu kiselice, pa imaju ugodan kiseo tek; to su n. pr.: rogatačka, jamnička, apatovačka kiselica, Giesshübler i t. d. Morska voda imade od prilike $3^1/_2$ postotka kuhinjske i drugih različitih soli, pa je **gorkoslana** teka.

b) Rastavljanje vode električnom strujom.



Sl. 117.

Nalijmo vode, kojoj smo primiješali nešto sumporne kiseline u lijevkastu posudu (sl. 117.). Posuda valja da je dolje zatvorena čepom, kroz koji su provučene dvije bakrene žice, a na kraju svake žice treba da je pričvršćena pločica od platine. Na pločice od platine nataknimo valjkaste posudice napunjene vodom, u kojoj je također nešto sumporne kiseline i spojimo krajeve žica, koji su izvan čepa, jednu s pozitivnim, a drugu s negativnim polom galvanske baterije. Za malo ćemo vremena opaziti, da se dižu mjehurići nad platinom u valjkastim posudicama. Mjehurići u posudici, koja je spojena s negativnim polom galvanske baterije, obilniji su nego u posudici, koja je spojena s pozitivnim polom. Naskoro ćemo se uvjeriti, da voda u posudici s negativnim polom brže pada, nego ona u posudici s pozitivnim polom, pa ćemo konačno opaziti, da vode na negativnom polu uvijek **dva puta** više nestaje nego na pozitivnom. Ostavimo li ove posudice, dok skoro jedna bude prazna i kušajmo, što je u tim za naše oko praznim posudicama. Uzet ćemo posudicu s negativnoga pola iz posude i začepiv je palcem, primaknut ćemo njezinu otvoru zapaljenu šibicu. Na rubu otvora posudice opazit ćemo modrikast slabo svijetleći plamečak, a šibica će se odmah ugasiti. Posudica nije prazna, već je u njoj bio plin, koji se zove **vodik.** I drugu ćemo posudicu isto tako uzeti i zapaljenu joj šibicu primaknuti; šibica će sada jasnije gorjeti, nego što je do sada, a u posudici se nije ništa zapalilo, kao kod prve posudice. U toj je posudici također neki plin, a zove se **kisik.**

Budući da se voda sve više i više troši i to u jednoj posudici dvâputa toliko, koliko u drugoj, zaključujemo, da je voda sastavljena od ta dva plina.

Voda je sastavljeno tijelo, koje se sastoji od kisika i vodika.

Rastavljanje tijela, koje je sastavljeno od istovrsnih čestica u tvarno različita tjelesa zove se **kemičko rastavljanje ili kemička analiza.**

Tjelesa, koja kemičkim rastavljanjem dobijemo, zovu se **kemičke sastavine. Voda je dakle kemička sastavina od kisika i vodika.**

Svi mogući načini i pokusi, da se kisik i vodik rastave u možda koje druge tvarne česti, ostali su do danas bezuspješni, pa se zato kisik i vodik zovu **počela ili kemički elementi.**

Kisik i vodik su dakle počela ili elementi, jer se ne dadu nipošto rastaviti u tvarno različita tjelesa.

Ponovimo li ovaj pokus kolikogod puta, uvijek ćemo dobiti dva puta toliko vodika, koliko kisika. Mora dakle da se svaki molekul vode sastoji od dva dijela vodika i jednoga dijela kisika. Ovi kemičkim putem dobiveni dijelovi od molekula zovu se **atomi.**

Molekul vode je kemički spoj od dva atoma vodika i jednoga atoma kisika.

c) Znamenitost vode.

Voda je, kako smo rekli, od velike znamenitosti u prirodi. Svaki je život ovisan o vodi. Bez vode ne bi niklo bilje, niti bi se dalje razvijalo; mnoge tvornice ne mogu opstati bez vode. Čovjek upotrebljava vodu na različit način u kućanstvu, obrtu i gospodarstvu, gdje je ona bezuvjetno potrebita.

Za mnoge kućne poslove ne možemo upotrebljavati tešku (tvrdu) vodu, jer u njoj imade mnogo vapna; kao n. pr. za kuhanje sočivica, za pranje, za bojadisanje, jer vapno začepi pore, pa voda ne može da prodre u dotična tijela.

Poradi toga se naslaže u kotlovima i tavama, u kojima se kuha teška voda, tako zvani **nakip** (Kesselstein), koji je često uzrokom, da kotlovi popucaju (eksplodiraju). Kuhanjem i nekim primjesama, n. pr. sodom, možemo od teške vode dobiti laku (mekanu).

Za napitak je najbolja izvor-voda srednje težine, koja ima temperaturu od 7^0—10^0 C. Dobra se voda poznaje po tom, što je bistra, bez boje i mirisa, a ima **osvježujući okus.**

Mnoge škodljive primjese mogu vodu učiniti nezdravom, kao što su plinovi, koji se razvijaju gnjilenjem tjelesa. (Močenje konopalja i lana); nekoja sićušna živa bića primješana vodi čine je nezdravom. (Pošalina i t. d.).

Nezdravu vodu možemo donekle za napitak popraviti, ako je kuhamo, ohladimo i okiselimo octom ili vinom.

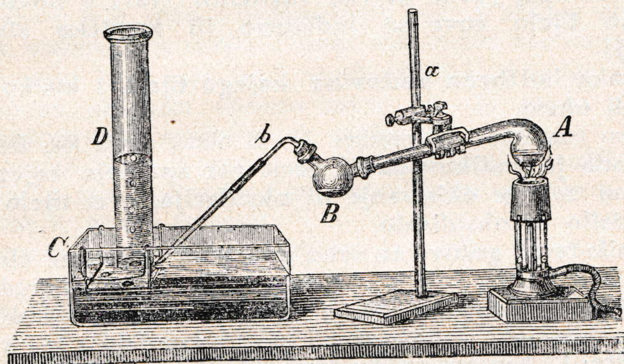
Vježbe: 1.) Čime se razlikuje kemičko rastavljanje od mekaničkoga? 2.) Od koje je znamenitosti voda u gospodarstvu? 3.) Protumači kolanje vode u prirodi!

2. Kisik.

Kisik ili oksigenij (Oxygenium) označuje se velikim latinskim slovom *O*.

Kisik se dobiva osim rastavljanjem vode još i drugim načinom, ako naime rastavljamo tjelesa, u kojima ima obilno kisika.

Kisik se lako dobije grijanjem živina kisa (crveni otrovni prašak) u boci s dugim zavinutim grljkom, koja se zove **retorta.** U retortu *A* (sl. 118.), koja ima na kraju grljka posudicu *B* (kapalicu), metni živina kisa i ugrij svijetiljkom. Iz kapalice *B* vodi cijev *b* u pneumatičku kadicu *C* s limenim mostićem, na koji se meću posude za plinove. U mostiću je rupica, u koju se utakne zavinuta cijev *b*. Nad cijev stavi se na mostić posuda s vodom *D*, otvorom dolje. Za kratko ćemo vrijeme dobiti u posudi *D* proziran plin bez boje i mirisa, a u kapalici *B* staložit će se čista živa.



Sl. 118.

Turimo li u posudu, u kojoj se nalazi taj plin, goreću treščicu, ona će gorjeti mnogo jasnije nego prije, a sam se plin ne će zapaliti. **Taj je plin kisik.**

Budući da je dobivanje kisika iz živina kisa na veliko dosta skupo, uzima se često kalijev klorat (bijela, kisikom bogata sol). U retorti se kalijev klorat grije do talenja, a da razvijanje kisika bude mirnije, primiješa se kalijevu kloratu ista množina sitna surca (manganove rudače) i grije lagano.

Stavimo li male sisavce u prostrane posude s kisikom, živjet će neko vrijeme dosta ugodno, ali će poginuti na brzo, jer im kisik istroši naglo životnu snagu. I čovjek ne bi mogao s istih razloga dugo u kisiku živjeti.

Tinjajući ugljen izgara u kisiku jasnije i brže; sumpor gori lijepim modrim plamenom, a fosfor plamenom, koji je suncu sličan (sl. 119.).

Željezna žica, koju smo špiralno smotali i na kraju užarili, gori u kisiku živahno svijetlim plamenom i baca iskre.



Sl. 119.

Kisik je plin bez boje i mirisa, koji sam ne gori, ali u njemu izgaraju tjelesa

veoma živahno i brzo; dobar je za disanje, ali dulje udisavan postaje ubitačan; teži je od uzduha 1·12 puta, pa 1 l važe 1·43 g.

Ako upalimo magnezijevu žicu, ona gori u uzduhu vrlo jasnim plamenom i pretvora se u bijeli prašak. Iztražujemo li taj prašak, naći ćemo, da je on spoj magnezija s kisikom. Ugljen, sumpor, fosfor, željezo, koje smo u kisiku izgorjeli jesu također spojevi s kisikom.

Izgaranjem se tjelesa spajaju s kisikom, pa nastaju nova tjelesa. Takovo pretvoranje tvari zove se u opće ludžbeno i kemičko pretvoranje ili kemički proces.

Svaki spoj jedne ili više različitih tvari u novo sasvim istovrsno tijelo zove se ludžbeno ili kemičko slučivanje (sinteza).

Svaka ludžbena slučevina kojega tijela s kisikom zove se kis ili oksid.

Tako imademo: magnezijev kis ili oksid, živin kis, željezni kis i t. d. **Voda je vodikov oksid.** Samo pak **spajanje kojega tijela s kisikom** zove se **okisivanje ili oksidacija,** a za **tijelo** velimo, da se **okisilo ili oksidiralo.**

Kisik tvori gotovo sa svim počelima ludžbene slučevine.

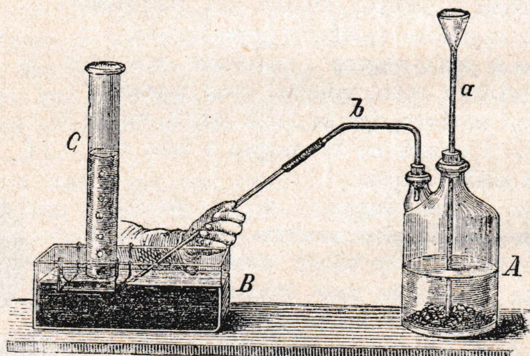
Kisik je počelo, koje je najviše rasprostranjeno u prirodi. Ludžbeno je slučen ne samo u vodi, nego skoro u svim organskim i neorganskim tjelesima, a slobodnoga t. j. neslučenoga kisika ima u uzduha.

Vježbe: 1.) Napomeni svojstva kisika! 2.) Što je bakreni, olovni, tutijin kis? 3.) Kakva je slučevina voda? 4.) Koliko važe 1 *hl* kisika?

3. Vodik.

Vodik ili hidrogenij (Hydrogenium) označuje se velikim latinskim slovom *H.*

Vodik se dobiva, kako smo već prije čuli, električnim rastavljanjem vode. No veća množina i brže može se dobiti vodik na slijedeći način:



Sl. 120.

Metni u bocu na dva grljka (Woulfovu bocu) (sl. 120.) nekoliko odrezaka tutije i napuni je do polovice vodom.

U grljak, koji je u sredini boce, utakni neprodušno kroz čep ljevkastu cijev *a*, da seže skoro do dna, a u drngi grljak metni opet neprodušno kroz čep savinutu cijev, koja vodi do posude s vodom *B* (pneumatička kadica), preko koje je mostić za posudu *C*.

Uliješ li sada na ljevkastu cijev *a* nešto sumporne kiseline, nastaje mahom rastavljanje vode. Kisik vode spaja se s tutijom u tutijin kis, a on sa sumpornom kiselinom u sumporno kiseli tutijin kis, ili bijelu galicu, koja se u vodi rastapa. Vodik vode bude slobodan, pa izlazi cijevlju *b* kroz vodu u pneumatičnoj kadi, a onda u posudu *C*, napunjenu vodom, pa je istiska. Posuda nam se čini kao da je prazna.

Ako cijev, kroz koju izlazi vodik, zašiljimo i vodik, kad više nije pomiješan uzduhom oprezno nakon 15—20 časaka zapalimo, gorjet će mirno slabo svjetlećim, ali vrućim plamenom.

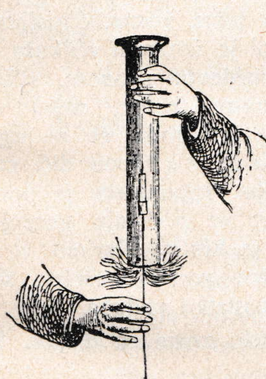
Turimo li brzo u posudu (sl. 121.), u kojoj je vodik, na žici goreću svijeću, zapali se vodik i gori modrikastim plamenom na rubu posude, dok se svijeća ugasnula.

Metnemo li u posude, u kojima je vodik, životinje, one će poginuti.

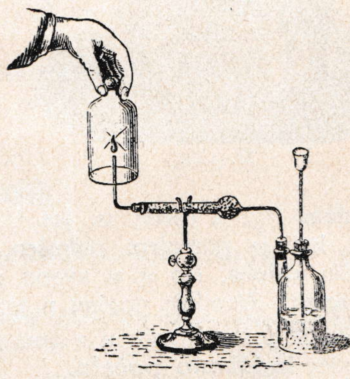
Ako cijev, kroz koju izlazi vodik, turimo u zdjelicu sa sapunicom, pravit će se od sapunice mjehuri, koji se dižu u vis.

Vodik je plin bez boje i mirisa; gori vrućim, ali slabo svijetlećim plamenom; ne podržaje gorenje; nevalja za disanje; 14½ puta je lakši od uzduha.

Vodik je najlakši od sviju do sada poznatih počela, jer 1 *l* vodika važe 0·09 *g*.



Sl. 121.



Sl. 122.

Držimo li suhu čašu nad plamenom vodika (sl. 122.), čaša će se orositi, jer vodik izgara u vodu. (Vodik se spaja s kisikom).

Ako napunimo kožnatu vreću ili mjehur od kaučuka, koji ima pipac, s dva dijela vodika i jednim dijelom kisika, pa pustimo tu smjesu u sapunicu, da se naprave mjehuri i zapalimo (oprezno) te mjehure od sapunice, pošto smo **prije pipac** na vreći, odnosno na mjehuru **zatvorili,** raspukne se mjehur s velikim praskom, a smjesa izgori u vodu.

Smjesa od dva dijela vodika i jednoga dijela kisika tvori praskavi plin ili praskavac.

Budući da se pri izgaranju praskavca razvija velika vrućina (skoro 1800^{0} C), upotrebljavaju plamen praskavac za talenje tjelesa, koja se teško tale, kao što su platina i porculan. U tu se svrhu vodi iz posebnih posuda kisik i vodik dvostrukom cijevi tako, da se oba ova plina istom na kraju cijevi sastanu i izgaraju.

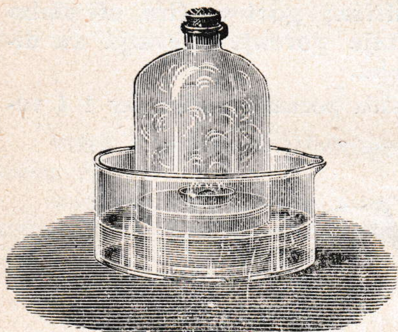
Vodik se nalazi kao kemička sastavina u vodi, petroleju i u mnogim drugim rudnim tvarima; nadalje u svim skoro živinskim i biljnim tvarima; u mnogim tvorničkim proizvodima, kao što su rasvjetni plin, sumporna i solna kiselina, ocat i t. d.

Znakovi: O = kisik; H = vodik, **zovu se simboli.**

Vježbe: 1.) Nabroji navedena svojstva vodika! 2.) Što je praskavac? 3.) Gdje sve imade vodika? 4.) Čime se razlikuje kisik od vodika?

4. Uzduh.

a) Sastavine uzduha.



Sl. 123.

Metni u široku staklenu posudu (sl. 123.), koju si gotovo do polovice napunio vodom, na pluto ili daščicu goreću svijeću ili metni u malu zdjelicu, koja pliva, komadić fosfora i poklopi je širokom velikom čašom ili staklenim zvonom, svijeća će odnosno fosfor, neko vrijeme gorjeti, a onda će se ugasiti, i voda će se u zvonu dići za jednu petinu. Izgaranjem je potrošeno od uzduha $^{1}/_{5}$, a ostale su još $^{4}/_{5}$, koje ne podržaju gorenje. Dio uzduha, koji je gorenjem potrošen, bio je **kisik.** Turimo li u preostali dio uzduha, što je u zvonu preostao goreću treščicu, mahom će se ugasiti. Životinje poginu u tom preostatku uzduha.

Što je pri izgaranju u zvonu preostalo **zove se dušik. Dušik je** također **ludžbeno počelo.**

Kisik i dušik nijesu u uzduhu ludžbeno spojeni, već samo smiješani. Ta je smjesa sastavljena po obujmu od prilike od $^{1}/_{5}$ kisika i $^{4}/_{5}$ dušika; po težini ima u 100 *g* uzduha, 23 *g* kisika i 77 *g* dušika.

Različna točna mjerenja pokazala su, da je taj omjer između kisika i dušika u uzduha svuda jednak.

Kisik uzduha od velike je znamenitosti za sva izgaranja. On podržaje proces disanja kod ljudi i životinja, a primješani dušik ublažuje njegovo djelovanje. Budući da se kisik uzduha vrlo rado spaja s ostalim tjelesima, nastaju različne promjene. Tako n. pr. vino, pivo postaje kiselo, mnoge kovine zarđaju, kada do njih dopire uzduh.

Osim kisika i dušika ima u uzduhu promjenljiva količina vodenih hlapova, ugljične kiseline i amonijaka. Vodeni hlapovi olakšavaju disanje, dok su ugljična kiselina i amonijak, kojih vrlo malo ima u uzduhu, od velike znamenitosti po život bilja. Tamo, gdje ima poradi različitih uzroka mnogo tih plinova, uzduh je vrlo nezdrav i štetan. Osim toga ima u uzduhu često mnogo prašine, koja potječe od različnih organskih i neorganskih tjelesa; zatim plinova, koji nastaju gnjilenjem i izgaranjem; različitih životinjskih i biljnih ustrojnih prirodnina (organizama)

b) Svojstva uzduha.

Čist uzduh je bez boje i proziran; 1 litar uzduha važe od prilike 1·28 *g*, a najveća mu je gustoća nad zemaljskom površinom. Premda se mnogo troši kisika disanjem, izgaranjem i gnjilenjem, ipak se bitno ne mijenja omjer između kisika i dušika u uzduhu, jerbo se kisik u uzduhu nadomješta životnim procesom biljki, t. j. one ga nekim načinom izdišu. U novije doba pošlo je za rukom uzduh zgusnuti u tekućinu velikim tlakom i velikom studeni.

Da je uzduh često pokvaren i loš n. pr. u stanovima, školama i radionicama, potječe odatle, što se u taj uzduh nagomilalo različnih plinova, koji nastaju disanjem, isparivanjem ljudske kože, izgaranjem i t. d.; zatim otud, što ima u takvu uzduhu mnogo prašine od rudnih i drugih tjelesa.

Uzduh je u blizini ljudskih stanova rijetko kada čist; mnogo je čišći uzduh na visokim bregovima i na moru, jer osim vodenih hlapova nema drugih primjesa.

5. Dušik.



Sl. 124.

Dušik ili nitrogenij (Nitrogenium) označuje se velikim latinskim slovom *N*.

Dušik možemo dobiti tako, da izgaranjem oduzmemo uzduhu kisik, kao što smo to vidili kod uzduha.

Ako pod staklenim zvonom (vidi sl. 123.) izgorimo komadić fosfora, ostat će u zvonu čist dušik.

Ponovimo li sve one pokuse, koje smo imali kod kisika i vodika, uvjerit ćemo se, da dušik niti sam gori niti podržaje gorenje, a nevalja ni za disanje. Jedan litar dušika važe 1·15 *g*, dakle je 14 puta teži od vodika.

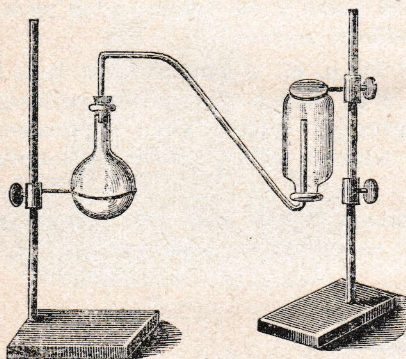
Dušik je plin bez boje i mirisa; sam ne gori, niti u njemu može što izgarati i nije dobar za disanje.

Dušika ima, kako smo prije čuli u uzduhu, no osim toga ima ga u mnogim životinjskim i biljnim tvarima; n. pr. u koži, vlasima i dlakama, kopitu, mesu, brašnu i t. d. U rudnim tjelesima nema ga toliko. U većoj ga množini ima u salitri, i u oranici (crnici). Budući da dušika imade u različitoj hrani kao u mesu, jajima, siru, brašnu i t. d. od velike je znamenitosti po čovječju hranu.

Dušik se obično teško spaja s ostalim tjelesima. Ako se ludžbeno rastavljaju tjelesa, u kojima ima dušika, pa dušik bude slobodan, onda se spaja u isti čas (u času razvijanja) vrlo lako s ostalim tvarima i tvori nove slučevine.

Napunimo li cijev *a* (sl. 124.) $^3/_4$ vodikom, a $^1/_4$ dušikom, pa pustimo, da kroz žicu od platine, koja je na krajevima cijevi u staklo zalivena, prođe kroz te plinove munjevna iskra, uvjerit ćemo se, da u cijevi nije više ni vodik ni dušik, već neki novi plin lužna o usa, koji u nosu bocka i na suze tjera, a crveni lakmusov papir pomodri. Taj se plin zove **amonijak.**

Amonijak je plinovita slučevina od 3 dijela vodika i jednoga dijela dušika. Molekul amonijaka ima 3 atoma vodika i 1 atom dušika.



Sl. 125.

Da dobijemo veću množinu amonijaka, grijat ćemo u tikvici (sl. 125.) nišador (salmijak) i gašeno vapno, pa ćemo cijevlju odvesti amonijak u preokrenutu bočicu ili ga s pomoću žive uhvatiti u posebne posude.

Amonijak je plin lakši od uzduha i ne valja za disanje.

Amonijak se razvija u većoj množini tamo, gdje gnjile organske tvari n. pr. mokraća u konjskim štalama, pa odtuda je u tim štalama vonj, koji bode u nosu i tjera suze na oči. Samo veoma razrijeđen nije škodljiv za disanje.

Amonijak se vrlo lako rastapa u vodi, pa se onda tvori tekući amonijak ili čipavac (Salmiakgeist), t. j. voda dobije svojstva plinovitoga amonijaka. Pri običnoj temperaturi može 1 *l* vode 600 *l* amonijaka rastopiti. Grijanjem možemo opet sav amonijak iz vode istjerati.

Čipavac ili tekući amonijak je lužna okusa, a upotrebljava se u ljekarstvu, bojadisarstvu za čišćenje mrlja i t. d.

Dušik se mnogo spaja i s kisikom. Najvažnija je slučevina dušika s kisikom **dušična kiselina.**

Dušična se kiselina dobije, da salitru grijemo u sumpornoj kiselini, a pare, koje se dižu, hvatamo u hladnoj kapalici (Vorlage), da se kondenziraju.

Dušična je kiselina tekućina bez boje, neugodna mirisa i veoma kisela okusa; rastapa mnoge kovine i uništuje organske tvari.

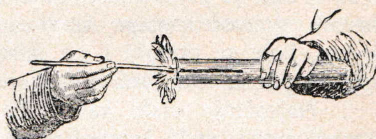
Razrijeđenom dušičnom kiselinom bojadišu svilu, pamuk, vunu, kožu, drvo i druge organske tvari trajno žuto, a modru lakmusovu boju mijenja u crvenu.

Vježbe: 1.) Koja svojstva ima dušik? 2.) Koja su svojstva dušika, kisika i vodika zajednička? 3.) Što je amonijak? 4.) Kako se dobiva dušična kiselina?

6. Ugljik.

Ugljik ili karbonij (Carbonium); oznaka je *C*.

Ako u kušalicu (sl. 126) turamo malo po malo goreću triješčicu, gorjet će izvan kušalice, dok će se onaj dio, koji je u kušalici pougljiti, t. j. pretvora se u ugalj. Metnemo li u porculansku posudu ili lonac komadiće drveta, sladora, škroba, kosti i t. d., pa to ugrijemo, izlazit će iz posude ponajprije dim i plinovi, koji gore, a u posudi ostat će konačno **crna tvar,** koja se, ako je grijemo u dobro zatvorenoj posudi, ne mijenja ni u najvećoj jari. Ta je crna tvar **ugalj** od drveta, sladora i t. d., koje smo grijali, a glavna im je sastojina neko posebno ludžbeno počelo, koje se zove **ugljik.**

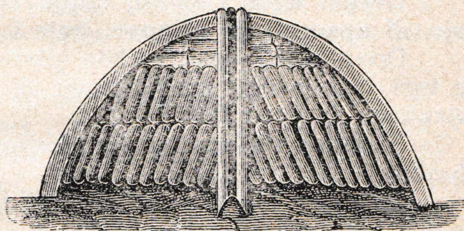


Sl. 126.

Ugljik je počelo, koje se nalazi u svim organskim tjelesima; on je bez mirisa i okusa, a ne mijenja se ni u največoj jari, ako uzduh nema pristupa.

Ugljik ćemo dobiti tako, da žarimo koje organsko tijelo uz slab pristup uzduha.

Drveni se **ugalj** dobiva, da se komadi drveta slože u tako zvane ugljenike (Meiler) (sl. 127.). U sredini ugljenika je odušak, načinjen od duljih komada drveta, oko kojega se naslažu drva, koja valja pougljiti. Sve se ovo zatrpa zemljom i tratinom, da uzduh slabo dopire do drveta. Vatra se podmetne na rupu u dnu oduška i kad su se nekoji komadi drva zapalili, zabrtvi se rupa i ostavi tako nekoliko dana, dok se sve drvo ne pretvori u ugljen. 10 *kg* drveta daje od prilike $1\frac{1}{4}$ *kg* uglja.



Sl. 127.

Drveni se ugalj upotrebljava kao gorivo, za pravljenje baruta itd.

*

Koštani ugalj ili **spodij** dobiva se od kosti životinja, a upotrebljava se za crne boje, za laštilo cipela (viks). Ako izgaraju smolaste tvari, onda se razvija velik dim, koji nije ništa drugo, nego li sitne čestice uglja. Ako se taj dim hvata predmeta, staložit će se sitne čestice uglja i tvorit će **čađu.** Od čađe priređuju tiskarsko crnilo, tuš i slikarske boje.

Ako se kameni ugalj žari u zatvorenim posudama, kao n. pr. plinarnicama, onda se pretvora u **kok** ili **koks.**

Koks je vrlo dobro gorivo, ali treba veliku promahu.

Kao što se drvo pretvora u ugljenicima u drveni ugalj, a kosti u zatvorenim posudama u spodij, tako se isto događa s drvetom, kada mnogo godina leži u zemlji. Drvo se pretvora u zemlji tako u ugalj, da se iz njega izluče tekuće i plinovite tvari, koje odilaze u zemlju i uzduh, dok je preostatak manje više čist ugalj. Tako tumačimo, da su postale goleme naslage kamenoga uglja, koje nalazimo u zemlji. Po drvetu, koje se pouglji i po otiscima lišća, koje nalazimo u kamenom uglju, upoznali su ljudi podrijetlo kamenoga ugljevlja.

Najvažnije vrste kamenoga uglja jesu: ugljac ili antracit, crni kameni ugalj, mrki kameni ugalj i uglju srodni treset.

Tuha i alem (dijamanat) sastoje se od čistoga ugljika.

Ako ugalj žarimo uz pristup uzduha, onda on izgori tinjajući i ostavlja pepeo. Da alem i tuha izgori, treba veoma visoku temperaturu. Alem je čist ugljik, pa ne ostavlja pepela, a uz pristup uzduha i u kisiku izgori u plin bez boje (ugljična kiselina).

Metnimo komadiće uglja, tuhe, alema u makar koju tekućinu, ne će se rastopiti.

Ugljik izgara, ali se ne rastapa ni u jednoj tekućini.

Ostavimo li ugalj, koji smo dobro ižarili, dulje vremena na uzduhu, opazit ćemo, da je postao teži. Ugalj je upio uzduha i vodenih para.

Ako na stucani ugalj nalijevamo bojadisanu vodu ili sok od voća, ili vodu, koja zaudara, oduzet će ugalj boju i miris, a preostat će čista tekućina.

Drveni ugalj i spodij imaju svojstvo, da vrlo jako upijaju ili apsorbiraju plinove, boje i mirisave tvari.

Drveni ugalj upija osobito plinove, a spodij boje i mirise, pa se toga radi mnogo upotrebljavaju za čišćenje vode za napitak, u tvornicama sladora i t. d.

Najvažnija slučevina ugljika s kisikom je **ugljikov kis** i **ugljikov dvokis.**

Ugljikov kis nastaje, kad ugalj izgara pri slaboj promahi. To je plin bez mirisa i vrlo otrovan, a izgara modrim plamenom, pa tvori ugljikov dvokis.

Ugljikov dvokis ili **ugljična kiselina** je plin slabo kisela mirisa i okusa, ne gori i ne valja za disanje, pa samo veoma razrijeđen i u veoma maloj množini udisan nije škodljiv.

Ugljična se kiselina stvara pri izgaranju, disanju, vrijenju i gnjilenju. Nje ima u izvor-vodi, pjenušavim pićima,

soda-vodi i t. d.; nadalje u vapnencu i u ostalim mnogim rudama. Ugljična je kiselina 1·5 puta teža od uzduha.

S vodikom se slučuje ugljik u različite ugljiko-vodike, kojih imade velika množina. Plinoviti ugljiko-vodici jesu: močvarni plin i etileni u rasvjetnom plinu; tekući u petroleju, čvrsti u parafinu. Petrolej i parafin su smjese od više ugljiko-vodika.

7. Sumpor.

Sumpor (Sulphur); oznaka *S*.

Razgledamo li komadić sumpora, koji lako iz koje trgovine pribaviti možemo, uvjerit ćemo se, da je sumpor čvrsto i krhko tijelo, posebne žute boje, bez okusa i mirisa.

Sumpor je **lako zapaljiv** i izgara modrim plamenom, a pri tom se stvara plin bez boje. (Sumporni dvokis).

Sumpor ne možemo rastvoriti u druga nova tjelesa, jer je jednostavno tijelo, t. j. **sumpor je počelo.**

Ako sumpor taremo, osjetit ćemo poseban miris, a postaje i munjevan.

Sumpor se tali pri 115^0 C u žutu tekućinu, a ako ga još dalje grijemo, postane tamno crvena i gusta tekućina.

Ako rastaljeni sumpor lijevamo u hladnu vodu, postane žilav i gnjecav, pa se dade kalupiti, ali za kratko vrijeme poprimi opet svoju predašnju tvrdoću.

Grijemo li sumpor do 450^0 C, onda vri i pretvora se u crvenkasto-žutu paru, pa ako ovu paru ohladimo, dobit ćemo opet čvrsti sumpor.

Sumpor se u vodi ne rastapa; u žesti i u etiru rastapa se teško, ali u terpentinovu ulju lako. Isparimo li otopilo, u kojem se rastopio sumpor, dobit ćemo **lece** ili **kristale. Čist sumpor nije otrovan.**

Sumpor, što ga često u prirodi nalazimo, nije čist, već je obično pomiješan sa zemljom i drugim različitim tvarima. Takav se sumpor mora pročistiti tako, da ga u zemljanim posudama rastalimo, pri čem teže primjese padnu na dno, a lakše odskoče, pa se oberu, a čist sumpor odlije. Ovako se dobije prosti sumpor, koji se mora još dalje čistiti ili rafinirati.

Za rafiniranje sumpora uzima se posebna peć (sl. 128.). U glineni kotao *G* metne se sumpor i grije dok ne vri. Pare iz kotla prolaze dugim vratom *D* u veliku zidanu komoricu *A* (peć), gdje se sumporne pare, dok je još peć hladna, pretvoraju u **sumporni cvijet,** a poslije, kada se peć ugrije, taloži se na dnu peći *S* kao tekućina, pa se može otvorom *o* ispustiti u šipkaste kalupe i tako dobiti **sumpor u šipkama,** kakav se prodaje u trgovinama.

Sumpora ima dosta u prirodi, no najviše ga nalazimo po vulkanskim krajevima, n. pr. na Vezuvu i u napuljskoj okolici, na otoku Siciliji, Islandu, Javi i t. d.

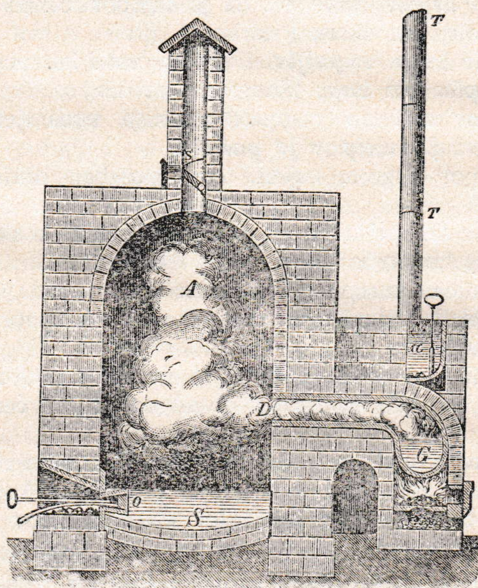
Sumpor se nalazi često spojen s kovinama u različnim rudama, kao što su pakovine, sjajnici i blistavci; u vodi (sumporne vode); u sadri i u ostalim rudama.

Sumpora ima i u organskim tjelesima, n. pr. u sočivicama (grahu, bobu, leći), u bjelančevini, u nekim uljima n. pr. u ulju gorušice; u soku češnjaka; u vlasima i kostima i t. d.

Sumpor bijaše već u staro doba poznat.

Sumpor upotrebljavaju za pravljenje puščanoga praha (baruta), sumporne kiseline, za sumporisanje vinove loze, hmelja i bačava; za vulkaniziranje kaučuka, za pravljenje rumenice, ultramarina, šibica itd.

Gnjecavi se sumpor upotrebljava za kalupe i za maz (Kitt.)



Sl. 128.

Ako sumpor izgara uz pristup uzduha, onda se stvara **sumporov dvokis.**

Sumporov dvokis je **oštar** i zagušljiv plin, neugodna mirisa, koji rastvora organske boje, t. j. boje, što potječu od životinja i bilja. Ako se sumporov dvokis u vodi rastopi, postane voda kiselasta i pretvora modru lakmusovu boju u crvenu, a poslije je pobijeli. Radi toga se svojstva upotrebljava rastopina sumporovoga dvokisa za bijeljenje slame, vune, svile, za čišćenje mrlja iz platna i pamučnih tkanina, koje potječu od voća ili crnoga vina.

Ako se sumporni dvokis spoji s kisikom i vodenim parama, dobit ćemo **sumpornu kiselinu.**

Sumporna je **kiselina** uljevita, vrlo kisela teka i jetka tekućina bez boje i mirisa, kada je čista, a modru lakmusovu boju pocrvenjuje. Dade se s vodom miješati u svakom omjeru, pri čemu se uvijek razvija toplina i vodene pare, a može i da uzavri, pa onda štrca na sve strane. Poradi toga ne smijemo vodu lijevati u sumpornu kiselinu, već obratno, sumpornu kiselinu u vodu i neprestano miješati.

Sumpor s vodikom tvori **sumporovodik**, plin koji gori i zaudara po gnjilim jajima. Otrovan je, a postaje gnjilenjem onih tjelesa, u kojima ima sumpora.

8. Fosfor.

Fosfor (Phosphor); oznaka *P*.

Ako promatramo komadić običnoga fosfora, vidjet ćemo, da je svježi fosfor čvrsto tijelo, žućkasto-bijele boje, proziran i pri običnoj temperaturi mekan kao vosak, pa se dade savijati, a u studeni je tvrd i krhak. Fosfor je ludžbeno počelo, jer se ne može nikako rastvoriti u koja nova tjelesa.

Fosfor ne valja hvatati rukama, jer se već malim trenjem lako zapali. U uzduhu se puši bijelim parama, a u tmini svjetluca (fosforescira) i zaudara po češnjaku; u vodi ga možemo bez pogibli rezati.

Fosfor se zapali, kad ga taremo ili na 60^0 C ugrijemo, pače ako vrlo fino smrvljen dođe u doticaj s kisikom uzduha, upali se već sam od sebe, pa ga radi toga moramo držati u vodi. U vodi se ne rastapa; no ako duže u vodi leži i ako je izvržen sunčanoj svjetlosti, prevuče se neprozirnom crveno-smeđom korom. U vinovici se slabo topi, a u etiru, benzinu i petroleju vrlo lako.

Opekline su od fosfora opasne; kad dođe fosfor u želudac, djeluje brzo kao vrlo žestok otrov. (Protiv otrovanja fosforom sredstvo je: magnezija s klornom vodom). Ako često udišemo fosforove pare, n. pr. u tvornicama žigica, obole čeljusne kosti (nastane pokostica) (Beinfrass.)

Ako ostavimo fosfor duže vremena na sunčanom svjetlu ili ga u zatvorenoj posudi bez pristupa uzduha grijemo do 250^0 C, pretvori se u crvenu tvar, t. j. u **crveni fosfor.**

Crveni fosfor ima sasvim druga svojstva, nego obični žuti fosfor. On nije otrovan, niti se svjetluca, niti puši u uzduhu, a upali se tek pri 240^0 C.

Fosfor se dobiva u tvornicama od kostiju tako, da se s njih najprije odluči sva mast, zatim se prže i onda samelju u tako zvani **koštani pepeo.** Koštani pepeo ima 85$^0/_0$ fosforokisela vapna, iz kojega se daljnim ludžbenim putem izluči fosfor.

Fosfor je pronađen u drugoj polovici XVII. stoljeća.

Fosfor se upotrebljava za pravljenje žigica, za fosfornu kiselinu za različne ludžbene proizvode i kao otrov za štakore (parcove).

Žigice se prave tako, da se cjepko drvo posebnim blanjama i strojevima izreže na duge tanke štapiće (šibice), koji se poslije rasko-

madaju na duljinu žigica. Te se šibice poređaju u okvir (sl. 129.) do 2000 i više, pa se udaranjem o vrlo glatku i ravnu ploču izravnaju, da im krajevi dođu u istu ravninu. Strana, koja je tako izravnana, umoči se u rastaljeni sumpor, pa kad sumpor na šibicama otvrdne, umaču se u zapaljivu tvar i tako dobiju glavice, koje se zapaljuju. (Od 1 *kg* fosfora načini se do 2 milijuna žigica). Kada su glavice gotove, objese okvire sa šibicama vodoravno, da se potpuno osuše, pa ih onda iz okvira razmeću i slažu u kutije.



Sl. 129.

Kod boljih i finijih žigica uzima se mjesto sumpora stearin ili parafin, a različite boje glavica dobivaju se primjesom različitih mineralnih boja, n. pr. rumenice, ultramarina, olovnoga bjelila, kromova žutila i t. d.

Žigice je pronašao Nijemac Kammerer godine 1833.

Švedske žigice nemaju fosfora, već se zapaljiva tvar napravi od klorokisela kalija i sumpornoga antimona, pa se zapaljuju na plohi, koja je načinjena iz smjese crvenoga fosfora, staklenoga praška i ljepiva.

Fosfor je u prirodi vrlo rasprostranjen, ali nije nikada sam, već u različitim slučevinama. Rastvoranjem ruda, koje imaju fosfora, dođe fosfor i u zemlju oranicu, odavle u bilje, naročito u žitarice. Fosfora treba čovječje i životinjsko tijelo za gradnju kostiju, a ima ga i u mesu, krvi, moždanima i mlijeku.

Ako oranice gnojimo izmetinama životinja i različitim organskim otpacima, pa koštanim pepelom, vraćamo tim oranici potrošeni fosfor i usjevi bolje uspijevaju.

Važnije fosforove slučevine jesu: a) **fosforna kiselina,** koja se dobiva tako, da se pare nastale izgaranjem fosfora privode u posudu s vodom. Voda ih rado upija i prima sva njihova svojstva. Fosforna kiselina je tekućina bez boje, vrlo kisela teka, nije otrovna ni jetka, a modri lakmusov papir pocrvenjuje.

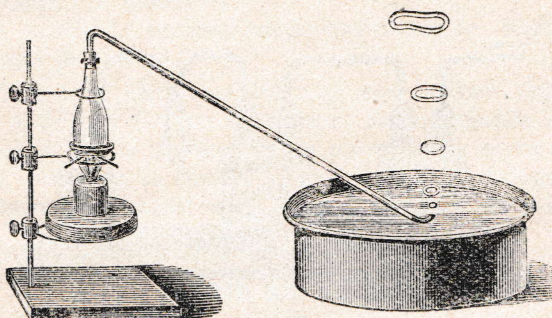
b) **Fosforo-vodik** je slučevina fosfora s vodikom. Fosforo-vodik je lako zapaljiv i otrovan plin, koji zaudara po smrdljivim ribama, a stvara se tamo, gdje gnjiju tjelesa, u kojima ima fosfora, n. pr. gdje gnjiju životinjske i ljudske lešine. Fosforo-vodik se sam zapali u uzduhu, pa će valjda biti uzrok pojavima, da nastaju **varavi plameni** (Irrlichter).

Umjetnim se načinom može fosforo-vodik dobiti, da u bočici (sl. 130.) slabo grijemo koncentriranu kalijevu lužinu, kojoj smo pridodali nekoliko komadića žutoga fosfora. Kada se na grljku bočice pokaže plamečak, metne se u grljak zavinuta cijev i pare se odvode u zdjelu s toplom vodom. Plin, koji izlazi iz vode, sam se u uzduh u zapali

9. Klor.

Klor (Chlor); oznaka = *Cl.*

U tikvicu (sl. 131.), iz koje vodi cijev u stakleni valjak, metnut ćemo manganove rudače i solne kiseline. Ako ovo polako grijemo, napunit će se stakleni valjak zelenkasto-žutim plinom. Taj se plin zove **klor.**



Sl. 130.

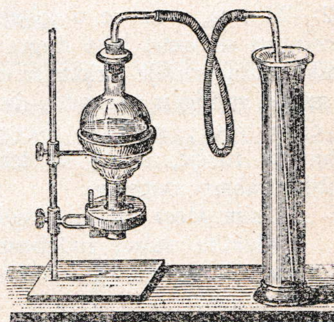
Klor je plinovito počelo, zelenkasto-žute boje, zadušljiva mirisa, koji čovjeka tjera na kašalj, a $2^1/_2$ puta je teži od uzduha i otrovan je.

Ako klora malo udišemo, guši nas i djeluje ubitačno na disala, pa je s toga dobro, da kod pokusa nakvasimo stol amonijakovom vodom ili žestom, jer njihove pare ublažuju djelovanje klora.

Napuštamo li klora u vodu, voda ga u obilju apsorbira, postane trpka okusa i dobije sva svojstva klora. Takova se voda zove **klorova voda.**

Klorova se voda dobije tako, da klor iz tikvice cijevlju vodimo u bocu (sl. 132.) s dva grljka *a* i *b*, u kojima je voda i konačno u bocu *c*.

Ako bacimo u bocu, u kojoj ima klora nešto neprava listićava zlata, stanijola ili tankolistićava tuča, izgorjet će to sve jasnim plamenom.



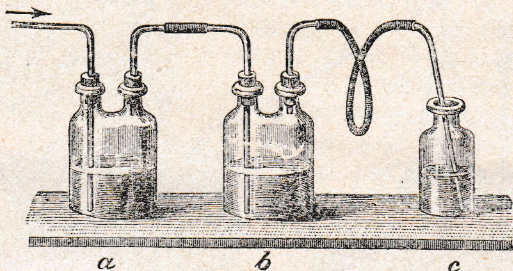
Sl. 131.

Metnemo li u posudu, u kojoj je klor ili klorova voda, krpicu namočenu biljnom bojom n. pr. indigom, krpica će pobijeliti, isto tako crvena ruža, lišće i t. d., dok boje od ruda ostaju nepromijenjene.

Ako prilijemo klorove vode drugoj vodi, koja gnjije i zaudara, izgubit će sav neugodni miris.

Klor rastavlja spojeve, koji nastaju gnjilenjem biljnih i životinjskih tvari, pa razoruje i sitne organizme, koji se pojavljuju kao uzroci različitih bolesti.

Klor u uzduhu ne gori, ali se lako spaja s mnogim počelima, a pri tom se razvija često jasna svjetlost; uništuje sve boje, koje potječu od bilja, a ne utječe na boje od ruda; rastvora spojeve, koji su nastali gnjilenjem organskih tvari i uništuje organizme, koji uzrokuju različite bolesti.



Sl. 132.

Klor se s toga upotrebljava za bijeljenje platna, pamuka, papira i t. d. i za različite klorove spojeve.

Za bijeljenje i raskuživanje uzima se klorovo vapno, t. j. vapno, u kojem ima obilno klora.

Kod raskuživanja postupa se ovako: U bolnicama, stanovima, podrumima, stajama, koje valja raskužiti, klorovo se vapno polije razrijeđenom sumpornom kiselinom ili octom, da se razvije klor. Prostorije moraju biti dobro zatvorene i ne smije se u njih ulaziti. Nakon 12—24 sata, uđe se u te prostorije s vlažnom krpom na ustima i nosu, pa se vjetri tako dugo, dok se vonj klora vrlo malo osjeća. Za raskuživanje rublja uzima se od prilike 30 *g* klorova vapna na 1 *l* vode i metne rublje u tu vodu, da leži 10 časaka, a onda se dobro ispere u čistoj vodi; ne valja lijevati rastopinu klorova vapna u vodu, u kojoj je rublje, ili da tu tekućinu kuhamo s rubljem, jer se onda rublje nabrzo raspadne.

Osim klora ima i drugih tvari, kojima se raskužuje.

Klor se nalazi ludžbeno slučen u kuhinjskoj soli (kamena sol, morska sol), a ima ga i u životinjskim i biljnim slučevinama.

10. Jod i brom.

Jod, oznaka = *J*; brom oznaka = *Br*.

Jod je ljubičasto-modar, nalazi se u morskoj vodi, morskom bilju, morskim životinjama i nekim vrelima (Hall u Gor. Austriji; Lipik u Hrvatskoj).

Jod je ludžbeno počelo, tvori teške, kovnoga sjaja ljuštice, tuhine boje, koje se pri povišenoj temperaturi ishlapljuju ljubičasto-modrim parama.

Jod ishlapljuje i pri običnoj temperaturi, pare su otrovne, a zaudaraju po kloru. U vodi se slabo topi, ali lako u vinovici. Ljudsku kožu bojadiše mrko, ali te boje doskora nestane. Primješan škrobu, bojadiše ga modro, pa se zato upotrebljava kao ispitalo za škrob u različitim smjesama. Nadalje se upotrebljava jod i njegove slučevine pri fotografiranju i u ljekarstvu.

Brom je tekuće počelo; tamno-crveno-smeđe boje, neugodna mirisa i veoma je otrovan.

Budući da brzo ishlapljuje, mora se pod vodom držati. U vodi, u vinovici i u drugim tvarima se rastapa; škrob bojadiše žuto-crveno; rastvara biljne boje. U novije vrijeme upotrebljava se za razkuživanje mjesto klora. Bromove se slučeve upotrebljavaju pri fotografiranju i u ljekarstvu. Brom se s jodom nađe često u slanim vrelima i mineralnim vodama.

11. Počela ili elementi.

Mnoga organska i neorganska tjelesa nijesu jednostavne tvari, već se prikladnim načinom našlo, da su sastavljena od drugih tjelesa. Ta tjelesa, koja se više ne dadu nikako rastaviti na druga tjelesa i od kojih su mnoga druga tjelesa sastavljena, zovu se **počela ili elementi.**

Počela ili elementi su dakle jednostavne tvari, koje se ne dadu u druge nove tvari rastaviti.

Sastavljena su tjelesa taková, koja su najmanje od dvije, po naravi sasvim različite tvari složena.

Prijegled počela.

Ime	Znanstveno ime	Oznaka ili simbol
Kisik	Oxygenium	O
Vodik	Hydrogenium	H
Dušik	Nitrogenium	N
Ugljik	Carbonium	C
Sumpor	Sulphur	S
Fosfor	Phosphorus	P
Klor	Chlorus	Cl
Jod	Jodum	J
Brom	Bromos	Br

Prijegled slučevina.

Vodik daje slučen s

kisikom	dušikom	ugljikom	sumporom	fosforom
vodu	amonijak	močvarni plin; rasvjetni plin i različne ugljikovodike	sumporovodik	fosforo-vodik

12. Ludžbeno rastapanje.

Sol se u vodi, sumpor u etiru, smole u alkoholu rastapaju, pa ako otopilo ishlapimo, dobit ćemo opet tijelo, koje smo rastopili. (Mehaničko rastapanje, vidi 13. »Rastapanje«).

Ako pak rastopimo tutiju u sumpornoj kiselini, kao što smo to učinili kod razvijanja vodika, pa ovu rastopinu procijedimo i postavimo na toplo mjesto, ne ćemo dobiti opet tutiju, nego prozirne lece nekoga novog tijela. Ovo novo tijelo postalo je rastapanjem tutije u sumpornoj kiselini, a zove se tutijin kis ili **bijela galica;** to je ludžbeni spoj tutije sa sumpornom kiselinom (sumporo kiseli tutijin kis), pri čem se vodik izlučio.

Pri dobivanju klora od solne kiseline i surca (vidi klor), rastopio se surac u solnoj kiselini, a kad bi ovu tekućinu ishlapili, ne bi dobili surac, nego crvenkasto u vodi otopivo tijelo t. j. manganov klorir.

Metni u kušalicu čiste bakrene piljotine i poli je razrijeđenom dušičnom kiselinom, bakar će se rastopiti u modru tekućinu. Izparimo li ovu tekućinu, dobit ćemo modre lece dušično-kisela bakrena kisa.

Dok se bakar rastapao, razvijale su se mrko crvene otrovne pare **dušične kiseline.**

Ako dušičnu kiselinu slabo razrijedimo, zbiva se ovo slučivanje vrlo naglo i s velikom toplinom. (Pozor!)

Rastapanje, pri kojem se neko tijelo spoji s otopilom u novu ludžbenu slučevinu, zove se ludžbeno ili kemičko rastapanje.

Ako otopilo ishlapimo, ne ćemo dobiti tijelo, koje smo rastopili, već novu slučevinu.

Ludžbeno je rastapanje u obrtu i industriji od velike znamenitosti.

13. Prijegled.

Ludžba ili kemija se bavi rastavljanjem sastavljenih tjelesa u njihove sastojine i sastavljanjem (slučivanjem) počela u sastavljena tjelesa.

Poučci:

1.) Najmanja čestica nekoga tijela zove se molekul.

2.) Svaki molekul je sastavljen od atoma.

Atom sam ne postoji.

3.) Ludžbeno rastavljanje ili analiza je rastavljanje sastavljenih tjelesa u počela ili elemente.

4.) Ludžbeno slučivanje ili sinteza je spajanje dvaju ili više počela u novo tijelo.

5.) Ludžbeno se slučivanje zbiva obično uz pojave topline.

6.) Miješanje, rastapanje i upijanje jesu mekanički učinci.

7.) Rastapanje se zbiva obično gubitkom topline.



SADRŽAJ.

PRVI DIO.

Fizika.

Strana

I. O tjelesima u opće.

1. Tijelo, prostornost, tvar (materija) --- --- --- --- --- 1
2. Stanja tijela (skupnost, (agregacija) --- --- --- --- --- 2
3. Spojnost (kohezija) --- --- 2
4. Čvrstoća --- --- --- --- --- 3
5. Vrste čvrstih tjelesa --- --- 5
6. Prionljivost --- --- --- --- 8
7. Kapilarni pojavi (kapilarnost) 10
8. Neproničnost --- --- --- 11
9. Djeljivost --- --- --- --- 12
10. Šupljikavost --- --- --- --- 13
11. Teža --- --- --- --- --- 14
12. Apsolutna i specifična (posebna) težina, gustoća --- --- --- 16
13. Rastapanje, miješanje, gutanje (apsorpcija) --- --- --- --- 19
14. Prijegled --- --- --- --- 20

II. O toplini (kalorika).

1. Toplina, temperatura, prelaženje topline --- --- --- --- 21
2. Rastezanje toplinom --- --- 22
3. Toplomjer (termometar) --- 25
4. Rastezanje i strujanje vode (cirkulacija) --- --- --- --- 28
5. Rastezanje uzduha, promaha 30
6. Vjetar --- --- --- --- --- 31
7. Prijegled --- --- --- --- 34

III. O magnetizmu.

1. Prirodni i umjetni magneti --- 34
2. Polarnost magneta --- --- 35
3. Magnetična influencija --- --- 37
4. Prijegled --- --- --- --- 39

IV. O munjini (elektriciteti).

1. Munjevni pojavi --- --- --- 39
2. Vrste munjine ili elektricitete 42

Strana

3. Munjevno rastavljanje (influencija) --- --- --- --- 44
4. Električni stroj (munjilo) --- 46
5. Djelovanje munjine --- --- 47
6. Sprave za sabiranje munjine 49
7. Munjina buđena doticajem (galvanizam) --- --- --- --- 51
8. Voltin članak (element) i galvanska struja --- --- --- 51
9. Prijegled --- --- --- --- 53

V. Mehanika.

A. Ravnotežje čvrstih tjelesa.

1. Težište; vrste ravnotežja --- 54

B) Ravnotežje tekućina.

1. Površina tekućina i tlak na dno 55
2. Tlak na bokove posude i uzgon 57
3. Sastavljene posude --- --- 58

C. Ravnotežje uzdušnina.

1. Tlak uzduha --- --- --- --- 59
2. Tlakomjer (barometar) --- --- 61
3. Teglice --- --- --- --- --- 62
4. Prijegled --- --- --- --- 63

VI. O zvuku (akustika).

1. Postajanje i rasprostiranje zvuka 64
2. Vrste zvuka --- --- --- --- 65
3. Prijegled --- --- --- --- 66

VII. O svjetlosti.

1. Svjetlost, rasprostiranje svjetlosti, sjena --- --- --- --- 66
2. Jakost rasvjete --- --- --- 68
3. Odbijanje (refleksija) svjetlosti 69
4. Ravno zrcalo --- --- --- --- 71
5. Prijegled --- --- --- --- 73

DRUGI DIO.

Strana

L u d ž b a (k e m i j a).

1. Voda --- --- --- --- --- 74
a) Svojstva vode --- --- --- 74
b) Rastavljanje vode električnom strujom --- --- --- --- 75
c) Znamenitost vode --- --- 76
2. Kisik --- --- --- --- --- 76
3. Vodik --- --- --- --- --- 78
4. Uzduh --- --- --- --- --- 80
a) Sastavine uzduha --- --- 80
b) Svojstva uzduha --- --- 81
5. Dušik --- --- --- --- --- 81
6. Ugljik --- --- --- --- --- 83
7. Sumpor --- --- --- --- --- 85
8. Fosfor --- --- --- --- --- 87
9. Klor --- --- --- --- --- 89
10. Jod i brom --- --- --- --- 90
11. Počela ili elementi --- --- 91
12. Ludžbeno rastapanje --- --- 92
13. Prijegled --- --- --- --- 92

POPRAVCI.

Str.	2.	18	red	ozgo	mjesto	cijevčicu	valja da bude	cjevčicu
„	2.	8	„	ozdo	„	ljevanoga	„ „ „	lijevanoga
„	3.	11	„	„	„	pojav	„ „ „	pojav!
„	„	4	„	„	„	lomljenjen	„ „ „	lomljenjem
„	10.	5	„	ozgo	„	cijevčica	„ „ „	cjevčica
„	„	7	„	„	„	cijevčicama	„ „ „	cjevčicama
„	„	8	„	„	„	cijevčice	„ „ „	cjevčice
„	„	8	„	„	„	cijevčici	„ „ „	cjevčici
„	„	10	„	„	„	cijevčicama	„ „ „	cjevčicama
„	„	13	„	„	„	cijevčicama	„ „ „	cjevčicama
„	„	16	„	„	„	cijevčica	„ „ „	cjevčica
„	„	21	„	„	„	cijevčicama	„ „ „	cjevčicama
„	14.	8	„	„	„	šuplikavost	„ „ „	šupljikavost
„	15.	2	ozdo	„	„	crtežem	„ „ „	crtežem!
„	18.	3	ozgo	„	„	72	„ „ „	7·2
»	„	12	„	„	„	0·34	„ „ „	0·24
„	„	13	„	„	„	0·24 × 2	„ „ „	0·24 × 20
„	23.	7	„	„	„	asti	„ „ „	pasti
„	37.	10	„	„	„	a	„ „ „	ili
„	3.	22	„	„	„	giavnom	„ „ „	glavnom
„	„	24	„	„	„	staniola	„ „ „	stanijola
„	45.	8	ozdo	„	„	n Benetovu	„ „ „	u Benetovu
„	51.	18	ozgo	„	„	ih je	„ „ „	ih.

